



**GUÍA DIDÁCTICA PARA EL LEVANTAMIENTO, PROCESAMIENTO Y
ANÁLISIS DE DATOS GEOGRÁFICOS AMBIENTALES CON APLICACIONES
MÓVILES Y SOFTWARE SIG**

**PRESENTADO POR:
EDWARD DUVAN ATEHORTUA SÁNCHEZ
JHON SEBASTIÁN RUIZ MOSQUERA**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
2019**



**GUÍA DIDÁCTICA PARA EL LEVANTAMIENTO, PROCESAMIENTO Y
ANÁLISIS DE DATOS GEOGRÁFICOS AMBIENTALES CON APLICACIONES
MÓVILES Y SOFTWARE SIG**

**PRESENTADO POR:
EDWARD DUVAN ATEHORTUA SÁNCHEZ
JHON SEBASTIÁN RUIZ MOSQUERA**

**Trabajo de grado para optar al título de
Administrador Ambiental**

**Director
SANTIAGO RESTREPO CALLE**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
2019**



NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma director



DEDICATORIA

Edward Atehortua

No hay necesidad de escribirlo porque ellos ya lo saben; sin embargo,

A mis padres

Nelson, Estella

A mis hermanos

Nelcy, Walter, Estefany

Y a Sebastián

GRACIAS...

Sebastián Ruiz

A mis abuelos Diomedes Mosquera y Petronila Mosquera, por la crianza que me dieron.

A mi Mamá (Martha Mosquera), a mi hermano (Alexander Ruiz), a mi tía (Ofelia Mosquera), muchas gracias por su apoyo, colaboración y esfuerzo, durante todo este proceso.

A Edward, Gonzaga, Jairo, Natalia, Maritza y Ana. Muchas gracias por todos los momentos compartidos juntos.

A mis compañeros de Comboy Pizza, por los momentos compartidos juntos.

A esa hermosa tierra oculta en la neblina, de paisaje inimaginables, de gente alegre y trabajadora, este logro es para ti San José del Palmar, (Chocó).



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente al estudiante Gonzaga Marín, por su apoyo incondicional durante todo el proceso investigativo.

A nuestros compañeros de estudio quienes nos brindaron apoyo y colaboración durante este largo proceso académico. Especialmente a: Daniela Castrillón, Jairo Rendón, Juan Ospina, Manuel Criollo, Natalia Henao y Cristhian Ospina.

A los docentes de la Universidad Tecnológica de Pereira quienes con su enseñanza nos aportaron elementos importantes para el desarrollo profesional.

A la profesora María Constanza Zúñiga, por permitirnos desarrollar la fase exploratoria del trabajo investigativo durante la asignatura Gestión de Sistemas Ambientales Rurales.

A la profesora Adriana Patiño y al Ing. Julián Piedrahita por su colaboración en el manejo estadístico de los datos obtenidos en el presente trabajo.

Al profesor Miguel Ángel Dossman, por su contribución y disponibilidad durante el desarrollo de todo el trabajo investigativo.

Al profesor Santiago Restrepo por su acompañamiento como director.

A la escuela de Administración Ambiental por la colaboración y disposición con la información sobre los estudiantes.

Al profesor Héctor Vásquez, por su colaboración durante el desarrollo del trabajo.



Resumen

No es fácil demostrar que los estudiantes en las diferentes carreras universitarias tienen una apropiación máxima del conocimiento. Esto implica estar constantemente implementando estrategias que permitan mejorar la interiorización del aprendizaje adquirido. En el presente trabajo se desarrolló una investigación para evaluar el desempeño de los estudiantes de Administración Ambiental en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en diferentes asignaturas del plan de estudio. La investigación se llevó a cabo implementando análisis cualitativos y cuantitativos. Se elaboraron encuestas y entrevistas que permitieron inferir que la apropiación teórico-práctica de las diferentes herramientas SIG que tienen los estudiantes es baja. Esto debido a las dificultades que presentan en el manejo de los conceptos básicos de cartografía y en la implementación de los Software en sus funciones básicas, visualización de información y elaboración de mapas.

En cuanto a los elementos de integración de algunas asignaturas con los SIG, se identificó que son altas. Esta herramienta está orientada a la interpretación, planeación y soporte en la toma de decisiones, es decir, instrumentan y fortalecen las disciplinas involucradas en la gestión ambiental. De manera que, de los resultados obtenidos del análisis de las encuestas y las entrevistas que se realizaron a los estudiantes y docentes de Administración Ambiental, se elaboró una Guía Didáctica. El propósito de esta guía es fortalecer los conocimientos sobre la implementación de los SIG que tienen los estudiantes. La guía está fundamentada en el uso de los Sistemas de Información Geográfica, con cinco ejemplos de aplicación como casos de estudio, buscando contribuir al mejoramiento de las competencias del saber hacer de los estudiantes de Administración Ambiental.

Abstract

It is not easy to show that students in different university careers have a maximum appropriation of knowledge. This implies constantly implementing strategies that improve the internalization of acquired learning. In the present work an investigation was developed to evaluate the performance of the Environmental Administration students in the use of Geographic Information Systems (GIS), in different subjects of the study plan. The research was carried out implemented qualitative and quantitative analyzes. Surveys and interviews were developed that allowed us to infer that the theoretical-practical appropriation of the different GIS tools that students have is low. This is due to the difficulties they present in the management of the basic concepts of cartography and in the implementation of the Software in its basic functions, information visualization and mapping.

Regarding the elements of integration of some subjects with GIS, they were identified as high. This tool is oriented to interpretation, planning and support in decision-making, that is, they implement and strengthen the disciplines involved in environmental management. So, from the results obtained from the analysis of the surveys and the interviews that were carried out to the students and teachers of Environmental Administration, a Didactic Guide was elaborated. The purpose of this guide is to strengthen knowledge about the implementation of GIS that students have. The guide is based on the use of Geographic Information Systems, with five examples of application as case studies, seeking to contribute to the improvement of the know-how competencies of Environmental Administration students.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	11
2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
3. CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN	12
3.1 LOCALIZACIÓN GENERAL.....	12
3.1.1 Pereira	12
3.1.2 Universidad Tecnológica de Pereira	13
3.1.3 Facultad de Ciencias Ambientales.....	14
3.1.4 Administración Ambiental.....	14
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	16
5.1 OBJETIVO GENERAL	16
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
6. MARCO DE REFERENCIA.....	17
6.1 MARCO CONCEPTUAL	17
7. ASPECTOS METODOLÓGICOS	18
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
8.1 RESULTADOS	21
8.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
8.2.1 Análisis de resultados de las encuestas.....	42
8.2.2 Análisis de resultados de las entrevistas a Docentes	44
8.3 DISCUSIÓN.....	45
9. CONCLUSIÓN	48
10. RECOMENDACIONES	49
11. BIBLIOGRAFÍA	50
11. ANEXOS	9



Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Técnicas, Instrumentos y Herramientas</i>	20
Tabla 2. Distribución del número de estudiantes de quinto a décimo semestre del programa Administración Ambiental.	21
<i>Tabla 3. Definición de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de acuerdo con el concepto que tienen los estudiantes de Administración Ambiental.</i>	22
Tabla 4. Sistema de coordenadas proyectadas vigentes para el municipio de Pereira, según el criterio de los estudiantes de Administración Ambiental.	23
<i>Tabla 5. Selección de una coordenada no proyectadas por los estudiantes de Administración Ambiental.</i>	24
Tabla 6. Software SIG utilizado actualmente en el programa de Administración Ambiental.	25
Tabla 7. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el programa de Administración Ambiental.	26
Tabla 8. Fuentes de Información Geográfica consultadas por los estudiantes de Administración Ambiental.	27
<i>Tabla 9. Aplicaciones móviles utilizadas para el levantamiento de datos geográficos por parte de los estudiantes de Administración Ambiental.</i>	28
Tabla 10. Asignaturas con mayor aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica.	29
Tabla 11. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica para los estudiantes de Administración Ambiental.	30
Tabla 12. Definición de los Sistema de Información Geográfica por Semestre.	31
Tabla 13. Elección del sistema de coordenadas vigentes para Pereira por semestre	32
Tabla 14. Elección de una coordenada no proyectada por semestre.	34
Tabla 15. Usos de los Sistemas de Información Geográfica por Semestre.	34
<i>Tabla 16. Principales Limitantes de los estudiantes en el uso de los SIG.</i>	35
Tabla 17. Aplicaciones móviles y software SIG para el levantamiento de datos geográficos.	36
Tabla 18. Entrevistas a los docentes de algunas asignaturas de quinto a décimo semestre	37
Tabla 19. Categoría para la calificación de las entrevistas de acuerdo a la aplicación y aspectos de integración.	38
Tabla 20. Calificación de acuerdo a la aplicación y aspectos de integración de las asignaturas con los SIG	38
Tabla 21. Categoría para la calificación de las entrevistas de acuerdo al desempeño y limitantes de los estudiantes	39
Tabla 22. Calificación de acuerdo al desempeño y limitantes de los estudiantes con el uso de los SIG en las asignaturas.	40
Tabla 23. Categoría para la calificación de la entrevista a los docentes de la asignatura Sistemas de Información Geográfica	40
Tabla 24. Calificación de acuerdo al desempeño y principales dificultades y fortalezas de los estudiantes con el uso de los sistemas informáticos.	41



Lista de Gráficos

Gráfico 1. Distribución del número de estudiantes de quinto a décimo semestre del programa Administración Ambiental	22
Gráfico 2. Definición de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de acuerdo con el concepto que tienen los estudiantes de Administración Ambiental	23
Gráfico 3. Sistema de coordenadas proyectadas vigentes para el municipio de Pereira, según el criterio de los estudiantes de Administración Ambiental	24
Gráfico 4. Selección de una coordenada no proyectadas por los estudiantes de Administración Ambiental	25
Gráfico 5. Software SIG utilizado actualmente en el programa de Administración Ambiental	25
Gráfico 6. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el programa de Administración Ambiental	26
Gráfico 7. Fuente de datos geográficos consultada por parte de los estudiantes de Administración Ambiental	27
Gráfico 8. Aplicaciones móviles utilizadas para el levantamiento de datos geográficos por parte de los estudiantes de Administración Ambiental	28
Gráfico 9. Asignaturas con mayor aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica	30
Gráfico 10. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica para los estudiantes de Administración Ambiental	31
Gráfico 11. Respuestas por semestre a la definición de los Sistemas de Información Geográfica	32
Gráfico 12. Elección del sistema de coordenadas vigentes para Pereira por semestre	33
Gráfico 13. Elección de una coordenada no proyectada por semestre	34
Gráfico 14. Usos de los Sistemas de Información Geográfica por Semestre	35
Gráfico 15. Principales Limitantes de los estudiantes en el uso de los SIG	36
Gráfico 16. Aplicaciones móviles y software SIG para el levantamiento de datos geográficos	37

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Para determinar el tamaño muestral por proporciones	18
---	----

Lista de Figuras

Figura 1. Localización del municipio de Pereira.	12
Figura 2. Universidad Tecnológica de Pereira.	13
Figura 3. Localización Facultad de Ciencias Ambientales.	14

Lista de Anexos

Anexo A. Cuestionario

Anexo B. Guía de entrevista para los docentes de quinto a décimo semestre del programa académico Administración Ambiental

Anexo C. Guía de entrevista para los docentes de la asignatura SIG

Anexo D. Respuestas a la entrevista realizada a algunos docentes de quinto a décimo semestre del programa académico Administración Ambiental

Anexo E. Guía Didáctica para el Levantamiento, Procesamiento y Análisis de Datos Geográficos Ambientales con Aplicaciones Móviles y Software SIG.



1. INTRODUCCIÓN

Actualmente son innegables los adelantos científicos y tecnológicos. Estos han producido transformaciones en todos los aspectos de la vida (Flores, 2014). Ejemplos de estos son; la utilización de computadoras personales, la telefonía celular, el internet, etc., que en poco tiempo pasaron de los centros de investigación a ser insumos de la sociedad en general (Escobar, et al, 2008). Los Sistemas de Información Geográfica se han posicionado cada vez más como herramienta que favorece la comprensión y gestión de problemáticas y proyectos de diversa índole (Escobar, et al, 2008), es decir, representan grandes oportunidades laborales, pero también permiten desarrollar el pensamiento crítico y científico. Sin embargo, la implantación dentro de las aulas es aún escasa (Nieto, 2016).

Los SIG al posicionarse como una herramienta de uso cotidiano, han favorecido la demanda de profesionales formados en conocimientos e instrumentos de la disciplina geoinformática (Escobar, et al, 2008). No obstante, como una de las más amplias y complejas aplicaciones de los SIG, es en las ciencias ambientales, resulta importante el aprendizaje de la técnica y el uso de la información a través de los SIG. Esto se debe al tipo de información que manejan y a la perspectiva que proporcionan. En las ciencias ambientales, los Sistemas de Información Geográfica toman mayor relevancia debido al carácter holístico e integrador que tiene con el ambiente (De San Pedro, et al, 2014).

De acuerdo a lo anterior, es necesario que el conocimiento de la geoinformación y sus instrumentos se proyecte a la formación de pregrados, de tal manera que constituya un eje de investigación y desarrollo (Escobar, et al, 2008). Por otro lado, esta investigación se enfocará a contribuir a el mejoramiento de las competencias del saber hacer de los estudiantes de Administración Ambiental en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica; por medio de herramientas de referencia que faciliten el aprendizaje básico con SIG.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Definición del Problema

Uno de los principales propósitos de los cursos sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la orientación al conocimiento técnico de los software SIG (Flores, 2014), dejando de lado, uno de los aspectos más importantes, como es el análisis e interpretación de los datos y representación de diversos fenómenos espaciales. Este último concepto es clave y a la vez considerado como primordial desde la perspectiva investigativa, debido a que contribuye al desarrollo de las capacidades de interpretación espacial del usuario SIG.

Por otra parte, la enseñanza sobre SIG en las Ciencias Ambientales, debería estar orientada a promover en los estudiantes un enfoque investigativo, utilizando los Sistemas de Información Geográfica como una herramienta que les permita realizar análisis del territorio desde un enfoque integral. Es decir, enseñar a utilizar los SIG (Flores, 2014). Así su aplicación en las Ciencias Ambientales y en específico en la Administración Ambiental, debería ser fundamentalmente un enfoque que permite la interpretación del territorio, sus oportunidades y problemáticas, desde el punto de vista espacial (Universidad Tecnológica de Pereira, 2018).

En este orden de ideas, para el estudio de la problemática ambiental se requiere herramientas integradoras como lo son los Sistemas de Información Geográfica, debido a que los problemas ambientales se desarrollan en territorios concretos y requieren de un análisis espacial para comprender su origen, trayectoria y sus posibles impactos ambientales.

Por ende, se hace oportuno desarrollar herramientas para el programa Administración Ambiental de acuerdo a un enfoque integrador e investigativo, brindando elementos de referencia que faciliten el aprendizaje básico a los estudiantes. Debido a que en la actualidad no cuentan con este tipo de herramientas en la Facultad de Ciencias Ambientales que apoyen a los estudiantes que presentan dificultades en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica.

2.2 Pregunta de Investigación

- ¿Cómo contribuir al mejoramiento de las competencias de los estudiantes de Administración Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica?

3. CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN

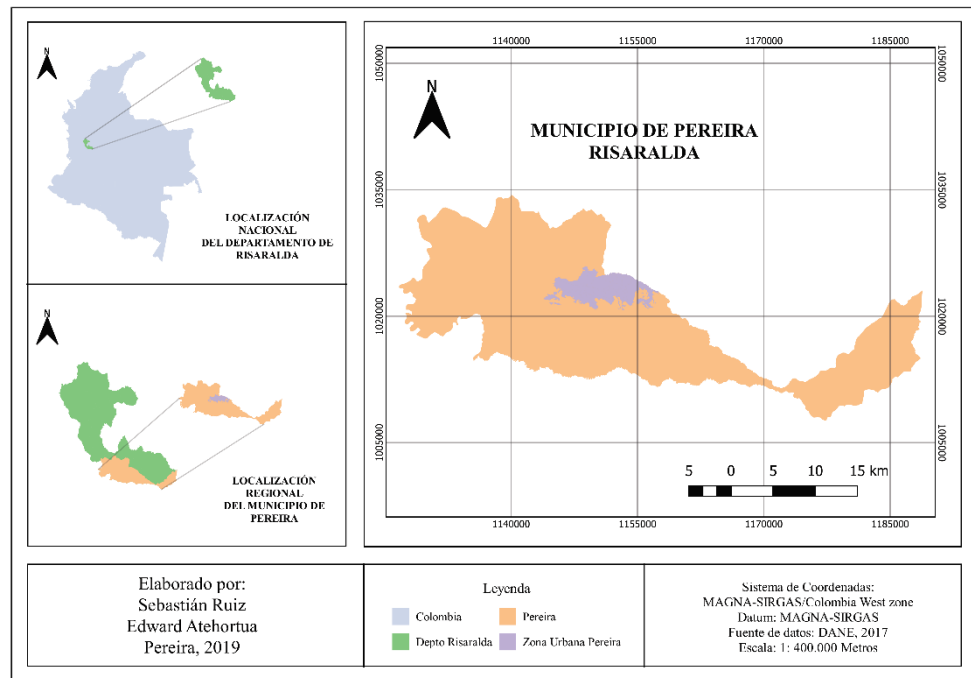
3.1 Localización General

La zona de estudio se encuentra localizada en el municipio de Pereira, en el departamento de Risaralda, específicamente en la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, en el programa académico Administración Ambiental.

3.1.1 Pereira

El Municipio de Pereira está localizado a 4 grados 49 minutos de latitud norte, 75 grados 42 minutos de longitud y 1.411 metros sobre el nivel del mar; en el centro de la región occidental del territorio colombiano, en un pequeño valle formado por la terminación de un contra fuerte que se desprende de la cordillera central. Limita al sur, con los municipios de Ulloa (Departamento del Valle), Filandia y Salento (Departamento del Quindío); al oriente, con los municipios de Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal (Departamento de Risaralda) de Calbal, también con los municipios de Anzoategui, Santa Isabel, Ibagué (Departamento del Tolima) y zona de los nevados; al occidente, con los municipios de Cartago, Anserma Nuevo (Departamento del Valle), Balboa, La Virginia (Departamento de Risaralda). Además, consta de 488.839 personas de las cuales 410.535 se encuentran en el área urbana localizadas en 19 comunas y 78.304 en el área rural en 12 corregimientos. (Alcaldía de Pereira, 2018).

Figura 1. Localización del municipio de Pereira.



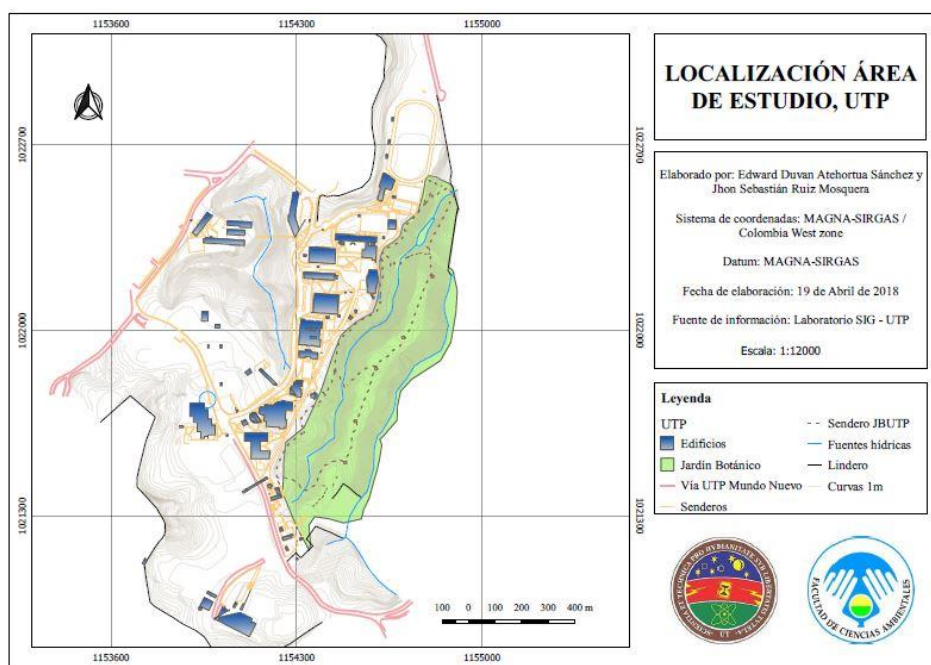
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Universidad Tecnológica de Pereira

La Universidad Tecnológica de Pereira, creada por la Ley 41 de 1958¹, es un ente universitario autónomo del orden nacional, con régimen especial, con personería jurídica, autonomía administrativa, académica, financiera y patrimonio independiente, vinculado al Ministerio de Educación Nacional, cuyo objeto es la educación superior, la investigación y la extensión (Universidad Tecnológica de Pereira, 2014).

La Universidad Tecnológica de Pereira, tendrá como sede principal la ciudad de Pereira. Podrá crear y organizar Sedes o Dependencias en otros Municipios y participar en la creación de otras entidades, así como adelantar planes, programas y proyectos por sí sola o en cooperación con otras entidades públicas o privadas y especialmente con universidades e institutos de investigación del Estado (Universidad Tecnológica de Pereira, 2014).

Figura 2. Universidad Tecnológica de Pereira.



Fuente: Elaboración propia.

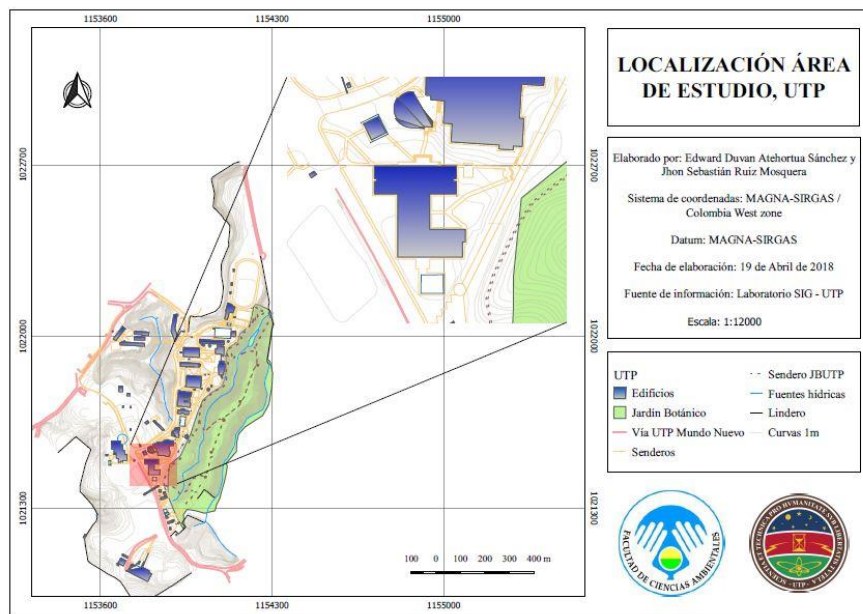
¹ **Ley 41 de 1958.** Por la cual se crea la Universidad Tecnológica de Pereira. Considerando:

- Que por cuenta de la Nación se está construyendo actualmente en el Municipio de Pereira la Universidad Tecnológica, de acuerdo con los estudios y planes elaborados por el Ministerio de Educación;
- Que para el desarrollo económico del país se requiere la formación de ingenieros técnicos y la capacitación de directores y administradores de empresas;
- Que para la organización y funcionamiento de la Universidad se requiere su creación legal a fin de que su funcionamiento y administración se rija por los términos de la Ley 143 de 1948, el Decreto 0277 de 1958 y las demás normas legales vigentes o que se expidan en el futuro sobre enseñanza oficial;
- Que el Municipio de Pereira, cedió con destino a la construcción de la universidad 18 hectáreas de terreno e hizo otros aportes de gran valor, obrando según autorización contenida en los decretos 3323 de 1953 y otros expedidos sobre la materia;
- Que para la construcción de la Universidad Tecnológica se creó una junta especial en Pereira, según decreto nacional número 1209 del 28 de abril de 1955.
- Que la Universidad Tecnológica en construcción tiene el carácter de oficial seccional, y como homenaje a la ciudad de Pereira en su primer centenario que celebrará el 30 de agosto 1963, es justo atender a su solicitud de creación legal de la entidad.

3.1.3 Facultad de Ciencias Ambientales

La Facultad de Ciencias Ambientales se origina en 1988. Cuenta con un edificio moderno de tres pisos (5.410 m²) (edificio N° 10 de la Universidad Tecnológica de Pereira), dotado con 5 oficinas administrativas, 8 laboratorios, 1 sala de cartografía, 1 sala de sistemas, 1 salón de conferencias, 1 sala de audiovisuales, 3 salas de docentes con 23 cubículos, 1 cafetería y 21 aulas de clase (Universidad Tecnológica de Pereira, 2016).

Figura 3. Localización Facultad de Ciencias Ambientales.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Administración Ambiental

La Escuela de Administración Ambiental es el ente formal de la Facultad de Ciencias Ambientales, encargado de la formación de profesionales que estén en la capacidad de administrar técnica y científicamente el medio ambiente y la oferta potencial de recursos a nivel biofísico en diferente escala (Universidad Tecnológica de Pereira, 2016).

Es una estrategia de formación alternativa en la educación superior colombiana; para afrontar la problemática ambiental y no los problemas ambientales aislados. Esto se debe, a que tiene en cuenta la complejidad propia de la problemática (Concejo de Facultad de Ciencias Ambientales, 2006).



4. JUSTIFICACIÓN

Aproximadamente un 70% de la información que manejamos en cualquier disciplina está georreferenciada. Es decir, se trata de información a la cual puede asignarse una posición geográfica y es por lo tanto información que viene acompañada de otra información adicional relativa a su localización (Olaya, 2014). En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son de gran importancia en las diferentes áreas del conocimiento humano y en las ciencias ambientales, haciendo énfasis en la Administración Ambiental.

Los SIG al permitir realizar lecturas, edición, almacenamiento, análisis y en general gestión de datos espaciales (Olaya, 2014), son utilizados para representar las dinámicas sociales, económicas, culturales, del territorio, convirtiéndose en un elemento teórico-práctico que proporciona los instrumentos necesarios para construir mapas a partir de la interacción de sujetos con su espacio vivo (Flores, 2014). Así, los Sistemas de Información Geográfica deberían proporcionar a los estudiantes de Administración Ambiental un conjunto de tecnologías (software y hardware), que les permite la gestión de datos espaciales, con el fin de hacer representaciones de la realidad para la toma acertada de decisiones.

Teniendo en cuenta lo anterior, los SIG en la Administración Ambiental se deberían aplicar fundamentalmente bajo un enfoque que permita la interpretación del territorio, sus oportunidades y problemáticas, desde el punto de vista espacial (Universidad Tecnológica de Pereira, 2018). Dado que se puede realizar una lectura integrada y significativa de la realidad a distintas escalas y permite una visión más dinámica de las problemáticas sociales, económicas y ambientales que impactan el territorio (Flores, 2014). Además, una de las ventajas de la utilización de los SIG en la educación es que involucra a los estudiantes en la visualización científica, enriqueciendo la comprensión de los conceptos relacionados con los datos e inculcando las habilidades de organización y comunicación de información en nuestro entorno rico en datos (Adeleke, 2017).

El propósito esencial de este trabajo, es proporcionar herramientas sobre el levantamiento, procesamiento y análisis de datos geográficos ambientales, a los estudiantes del programa de Administración Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP); con el fin de facilitar el acceso a la información y proveer ejemplos claros que ayuden a entender la aplicabilidad de los SIG en este campo. Debido a que actualmente no cuentan con suficientes herramientas de apoyo que contribuya al desarrollo de las competencias del saber hacer y faciliten la realización de los trabajos académicos e investigativos.



5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Generar herramientas didácticas que contribuyan al mejoramiento de las competencias de los estudiantes de Administración Ambiental en el levantamiento, procesamiento y análisis de datos geográficos ambientales.

5.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el nivel de apropiación conceptual y práctica de los SIG, que presentan actualmente los estudiantes del programa de Administración Ambiental.
- ✓ Revisar los elementos fundamentales de integración de los SIG con las asignaturas del programa Administración Ambiental inmersas en el ciclo de profesionalización.
- ✓ Elaborar una guía didáctica de Sistemas de Información Geográfica que permita contribuir al mejoramiento de las competencias de los estudiantes de Administración Ambiental a lo largo del periodo académico.



6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 Marco Conceptual

Actualmente vivimos en un mundo cada vez más globalizado, donde el manejo de la información y la tecnología, se han convertido en dos de los elementos fundamentales para el desarrollo de la sociedad actual. Los Sistemas de Información Geográfica son sin lugar a dudas apropiados para el levantamiento, procesamiento y análisis de información geográfica, como lo menciona Víctor Olaya (2014) en su libro sobre Sistemas de Información Geográfica, los SIG, son una herramienta que permite la integración de tecnologías informáticas (software y hardware), como de personas, donde se destaca como función principal de este tipo de tecnologías, la captura, análisis, edición, almacenamiento y representación de datos georreferenciados.

En otras palabras, los SIG son una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personas, diseñados para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en diferentes formas la información geográficamente referenciada, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión (Sastre, 2010). Sin embargo, en el proceso de levantamiento de datos para tratarlos posteriormente, se utilizan los (SIG móvil) para la captura de datos en campo. Algunos de los dispositivos SIG móvil más usados para la obtención de datos en campo son los GPS (Global Positioning System), las Tablet y los teléfonos móviles (Olaya, 2014).

De modo que, un SIG móvil, se puede entender como una tecnología que integra uno o más dispositivos móviles, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y acceso inalámbrico a internet (Olaya, 2014). Y, un dispositivo móvil, es un aparato pequeño, con capacidad de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con capacidad de almacenamiento limitada y que ha sido diseñado para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones (Alonso, et al, 2011).

Ahora bien, los teléfonos móviles son dispositivos versátiles por excelencia y su penetración es muy superior a la de cualquier otro (Olaya, 2014). Son utilizados para obtener datos geográficos en campo, principalmente por su fácil acceso y por las aplicaciones móviles que favorecen esta labor. Una aplicación móvil o App móvil, se entiende como cualquier software al que se puede acceder desde una Tablet, teléfono móvil o dispositivo electrónico inteligente (Barberán, 2016).

Por esta razón, los teléfonos móviles son los dispositivos SIG móvil son esenciales para el levantamiento de datos geográficos y los software SIG para su procesamiento. En efecto, utilizados en la guía didáctica sobre Sistemas de Información Geográfica para los estudiantes del programa académico Administración Ambiental; proporcionando herramientas que conducen, orientan, encauzan, entrenan, etc. el proceso enseñanza aprendizaje del alumno (Fundar, 2001), es decir, la guía didáctica es una herramienta que complementa y dinamiza el texto básico; simulando la presencia del profesor, para ofrecer al estudiante diversas posibilidades que mejoren la comprensión y el autoaprendizaje (Aguilar, 2004).

7. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para llevar a cabo el proceso investigativo, se realizó un análisis cualitativo-cuantitativo: Primero, se evaluó la apropiación conceptual y práctica en SIG, realizando una evaluación cuantitativa – cualitativa del estado teórico-práctico en SIG de los estudiantes de Administración Ambiental. Segundo, los elementos fundamentales de integración de los SIG, llevando a cabo un análisis cualitativo relacionado con la integración que presentan los SIG con algunas asignaturas del programa Administración Ambiental. Por último, se elaboró una herramienta didáctica que busca contribuir al mejoramiento de las competencias del saber hacer de los estudiantes de Administración Ambiental, en la utilización de los SIG.

De acuerdo con esto, la investigación presenta un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) y, una orientación metodológica inductiva, debido al procedimiento mediante el cual se infieren conclusiones generales a través de situaciones particulares (Ossa, 2016) de los SIG, estudiantes y el programa académico Administración Ambiental.

A continuación, se describe de manera general el procedimiento metodológico llevado a cabo para la obtención de resultados:

1. Encuestas. Haciendo uso de los listados oficiales de estudiantes, proveídos por la escuela de Administración Ambiental, previamente solicitados. Se determinó el tamaño muestral por proporciones para una población finita (413 estudiantes de quinto a décimo semestre en el segundo semestre académico del año 2018) (Ecuación 1), con una confiabilidad del 90% y un error del 10%; dando como resultado un tamaño muestral de 58 estudiantes que se seleccionaron aleatoriamente.

Por otra parte, el instrumento utilizado para llevar a cabo el registro de los datos de las encuestas fue el cuestionario y la herramienta empleada fueron los teléfonos inteligentes, instalándose la aplicación móvil *KoBoCollect*, en la que se diseñó el cuestionario y se almacenaron los datos de las encuestas (Tabla 1). Éste aplicativo móvil permitió transmitirlos al sitio web de la aplicación para su consecutivo procesamiento y análisis. El anexo A, es el cuestionario utilizado para el registro de los datos.

Ecuación 1. Para Determinar el Tamaño Muestral por Proporciones

$$n = \frac{P(1-P)z_{\frac{\alpha}{2}}^2 N}{P(1-P)z_{\frac{\alpha}{2}}^2 + e^2(N-1)}$$

Fuente: Valdivieso, C. Valdivieso, R. & Valdivieso, O. (2011).

Donde:

N: Tamaño poblacional

N-1: Tamaño poblacional menos uno

P: Probabilidad de éxito

P-1: Probabilidad de fracaso

$\left(Z \frac{\alpha}{2}\right)^2$: Nivel de confianza

e^2 : Error

2. Entrevistas. Se diseñaron dos entrevistas semiestructuradas; en primer lugar, se realizó la entrevista a los docentes que dictan la asignatura Sistemas de Información Geográfica de quinto semestre, con fin de comprender el desempeño que han tenido los estudiantes en el manejo de los sistemas informáticos (computadores) al ingresar a cursar la asignatura, y los conceptos básicos de cartografía. En segundo lugar, se realizó entrevistas a los docentes que dictan asignaturas (de quinto a décimo semestre) con mayor aplicación de los Sistemas de Información Geográfica.

Por otro lado, el instrumento utilizado para las entrevistas fue la guía de entrevistas (elaborada por los autores) y la herramienta empleada para el registro de los datos, fueron los teléfonos inteligentes, instalándoles la aplicación móvil *Grabadora de voz* (Tabla 1). Es importante resaltar que la herramienta de registro es una aplicación móvil gratuita. El anexo 2, es la guía de entrevistas utilizada para el registro de los datos (Anexo 2). Además, se utilizaron matrices (elaboración propia) de calificación cualitativa para tabular y resumir la información proporcionada.

3. Elaboración de una guía didáctica. Se elaboró un conjunto de ejemplos de casos específicos de aplicación de los SIG. Estos ejemplos se elaboraron teniendo en cuenta el análisis realizado a las encuestas y entrevistas realizadas a los estudiantes y docentes, A partir de los cuales se construyeron 5 ejemplos de integración de las asignaturas con los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El primer ejemplo que se desarrolló fue el de conceptos básicos de cartografía. Este se dividió en dos apartados, el primero, conceptos teóricos, como: proyecciones cartográficas, principales sistemas de coordenadas, sistema global de referencia, entre otros. El segundo, un ejercicio práctico en el software QGIS, explicándose como proyectar un archivo Shapefile (Shp) de coordenadas geográficas a planas y errores frecuentes al proyectar, entre otros temas.

El segundo ejemplo, es el de la aplicación de los SIG Móviles para la obtención de datos en campo. En este se explica cómo se desarrolla el proceso de planificación, levantamiento, e importan de datos adquiridos en campo sobre la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira al software QGIS.

En el tercer ejemplo tiene por nombre SIG aplicado a la evaluación de impactos ambientales. Este ejemplo se desarrolló aplicando la metodología de Martínez “Propuesta Metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia”. Posteriormente, se realizó un modelo en el software QGIS en el cual el punto de partida

es el resultado obtenido de dicha metodología (impactos generados), tomándose uno de los impactos más significativos para representar el área afectada a través de la modelación en el software.

El cuarto ejemplo, se orienta a la evaluación de tierras, es decir, se presenta un ejemplo hipotético sobre la evaluación de tierras similar al que se realiza en Excel en la asignatura Manejo y conservación de suelos del programa académico Administración Ambiental. En este se elabora una base de datos en el software QGIS con información georreferenciada, estableciéndose la aptitud de uso de cada una de las clases de tierra existentes en una zona específica.

El quinto ejemplo, fue enfocado a la Gestión de Riesgo de Desastres, en específico a la elaboración de los Escenarios de Riesgo de Desastre del Barrio Central de la comuna Universidad del municipio de Pereira. Se aplicó el método de Álgebra de Mapas, con el fin de evaluar los factores generadores de amenaza vs los factores de vulnerabilidad para así determinar el grado de riesgo en el cual se encuentra la zona de estudio.

Tabla 1. Técnicas, Instrumentos y Herramientas

Técnicas, Instrumentos y Herramientas			
Objetivo	Técnica	Instrumento	Herramientas
Evaluar el nivel de apropiación conceptual y práctica de los SIG, que presentan actualmente los estudiantes del programa de Administración Ambiental	Encuesta	Cuestionario	Teléfonos Inteligentes con la aplicación KoBoCollect instalada
Revisar los elementos fundamentales de integración de los SIG con las asignaturas del programa Administración Ambiental inmersas en el ciclo de profesionalización	Entrevista Semiestructurada	Guía de Entrevista	Teléfonos Inteligentes con la aplicación Grabadora de voz instalada

Fuente: Elaboración propia.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Resultados

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo número uno “Evaluar el nivel de apropiación conceptual y práctica de los SIG, que presentan actualmente los estudiantes del programa académico de Administración Ambiental” se elaboraron encuestas a los estudiantes con el propósito de evaluar el nivel de aprobación teórica-práctica que presenta los alumnos en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica. En ese orden de ideas, el objetivo número dos “Revisar los elementos fundamentales de integración de los SIG con las asignaturas del programa Administración Ambiental inmersas en el ciclo de profesionalización” permitió reconocer por medio de entrevista realizadas a los docentes, los elementos fundamentales de integración de los SIG con las asignaturas del programa académico. A continuación, se describe detalladamente el análisis de los resultados de las encuestas y entrevistas.

La tabla 2, describe la población analizada (unidad de estudio) que son los estudiantes de quinto a décimo semestre, teniendo un total del tamaño muestral de 58 estudiantes. La distribución de los estudiantes por semestre que se encuestaron se describe en la gráfica 1. Donde se encuestaron más estudiantes en algunos semestres, debido a que se realizó un muestreo por proporciones.

Nótese mayor número de estudiantes en décimo semestre, dado que la población que estaba cursando las asignaturas del último semestre era superior en relación con los semestres anteriores.

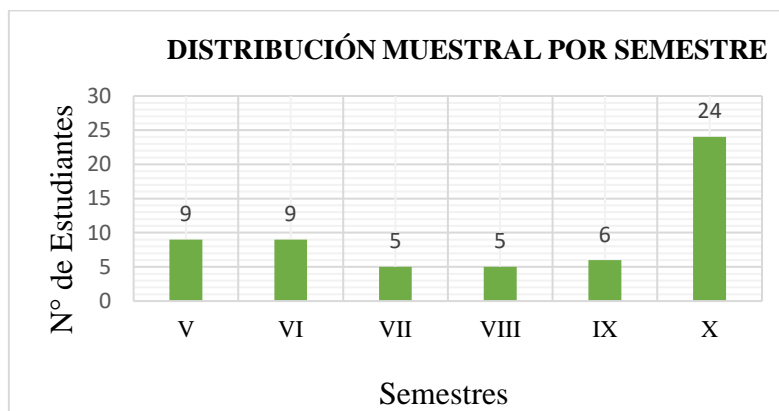
Tabla 2. Distribución del número de estudiantes de quinto a décimo semestre del programa Administración Ambiental.

Semestre	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
V	9	0,16	15,5%
VI	9	0,16	15,5%
VII	5	0,09	8,6%
VIII	5	0,09	8,6%
IX	6	0,10	10,3%
X	24	0,41	41,4%
Total	58	1	100%

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica 1, se describe la distribución de estudiantes por semestres seleccionados para el presente trabajo de investigación.

Gráfico 1. Distribución del número de estudiantes de quinto a décimo semestre del programa Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 3, evaluó el concepto que tiene los estudiantes de Administración Ambiental sobre qué es un Sistema de Información Geográfica, donde la opción de respuesta que mayor puntuación obtuvo fue la respuesta (C), con un porcentaje del 58,6%. Las respuestas A y B obtuvieron un puntaje del 17,2% y 24,1% respectivamente. Se evidencia un 41,4% de estudiantes que no tienen clara la definición de los sistemas de información geográfica.

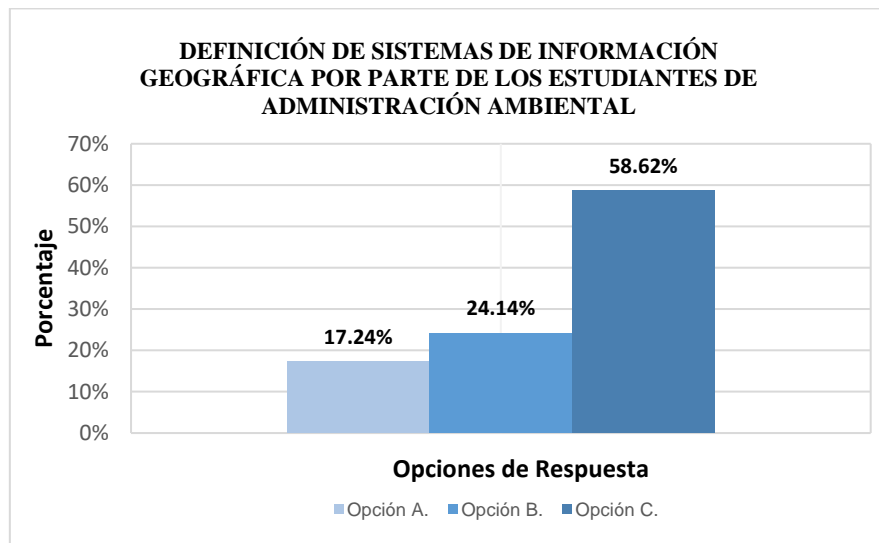
Tabla 3. Definición de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de acuerdo con el concepto que tienen los estudiantes de Administración Ambiental.

Definición de un SIG	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
A. Son herramientas, técnicas y programas (software y hardware) utilizados para la distribución de información aleatoriamente por territorio, dando una representación por medio de una elaboración de cartografía. Estos contribuyen especialmente a los organismos estatales en la clasificación y manejo de la información espacial.	10	0,17	17,2%
B. Son software y hardware, por medio de los cuales se organiza información espacial; para solucionar problemas de naturaleza geográfica, reproduciendo la realidad en forma de capas. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento.	14	0,24	24,1%
C. Son una herramienta que permite la integración de tecnologías informáticas (software y hardware), como de personas, donde se destaca que la función principal que cumplen este tipo de tecnologías, es la captura, análisis, edición, almacenamiento y representación de datos georreferenciados. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento.	34	0,59	58,6%
Total	58	1	1,00

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica 2, se describe el comportamiento de cada una de las opciones de respuesta según la puntuación que le dieron los estudiantes. Donde la opción C, fue la que mayor puntuación obtuvo por parte de los estudiantes. Es decir, se evidencia un 41,4% de estudiantes que no tienen clara la definición de los sistemas de información geográfica.

Gráfico 2. Definición de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de acuerdo con el concepto que tienen los estudiantes de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 4, el sistema de coordenadas vigentes para el municipio de Pereira es MAGNA-SIRGAS Colombia origen Bogotá, según criterio de los estudiantes el cual obtuvo un puntaje del 68,97%, siendo una opción de respuesta más votada. Las opciones de respuestas MAGNA-SIRGAS Colombia origen este lejano, MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste lejano, MAGNA-SIRGAS Colombia origen este, MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste, obtuvieron un puntaje del 1,72%, 3,45%, 12,07% y 13,79% respetivamente.

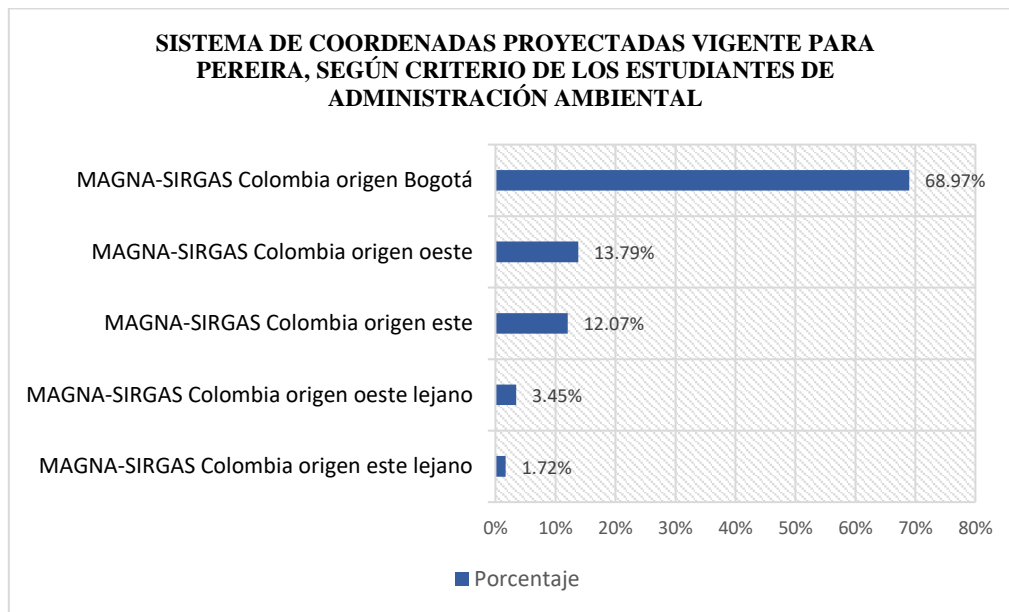
Tabla 4. Sistema de coordenadas proyectadas vigentes para el municipio de Pereira, según el criterio de los estudiantes de Administración Ambiental.

Sistema de Coordenadas	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Porcentaje
MAGNA-SIRGAS Colombia origen este lejano	1	0,02	1,72%
MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste lejano	2	0,03	3,45%
MAGNA-SIRGAS Colombia origen este	7	0,12	12,07%
MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste	8	0,14	13,79%
MAGNA-SIRGAS Colombia origen Bogotá	40	0,69	68,97%
Total	58	1	100%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 3, describe el comportamiento de las opciones de respuesta sobre el sistema de coordenadas vigentes para el municipio de Pereira, según el criterio de los estudiantes. Donde la opción de respuesta MAGNA-SIRGAS Colombia origen Bogotá fue la opción de respuesta que mayor puntuación obtuvo por parte de los estudiantes con un puntaje del 68,97%. En ese orden, las respuestas MAGNA-SIRGAS Colombia origen este y MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste, obtuvieron un porcentaje de 12, 07% y 13, 79% respectivamente, estas dos últimas respuestas fueron las dos últimas que mayor puntaje obtuvieron.

Gráfico 3. Sistema de coordenadas proyectadas vigentes para el municipio de Pereira, según el criterio de los estudiantes de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 5, no describen correctamente que no es una coordenada proyectada. Esto se debe a que sólo el 50% de los estudiantes reconoce adecuadamente el tipo de coordenadas según las unidades en que estas se presentan.

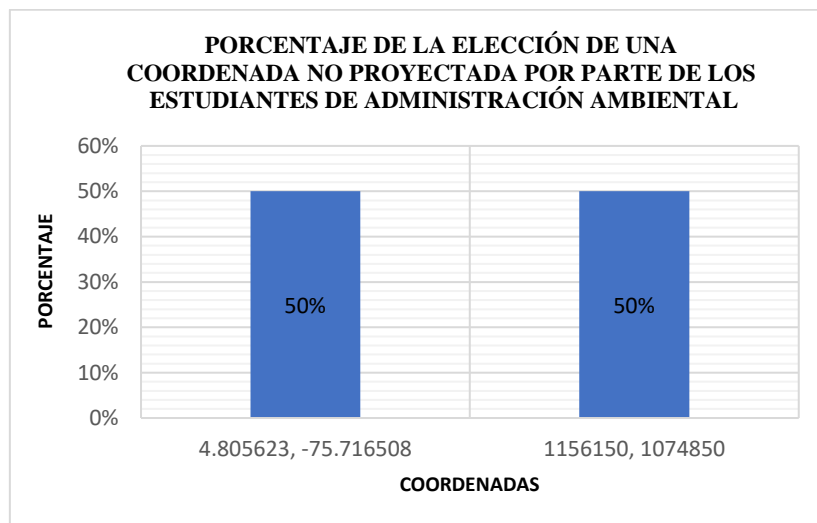
Tabla 5. Selección de una coordenada no proyectadas por los estudiantes de Administración Ambiental.

Coordenadas	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	%
4.805623, -75.716508	29	0,5	50%
1156150, 1074850	29	0,5	50%
Total	58	1	100%

Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico 4, describe un comportamiento balanceado entre las opciones de respuesta sobre que no es una coordenada proyectada.

Gráfico 4. Selección de una coordenada no proyectadas por los estudiantes de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

En tabla 6 se representa, los software SIG más utilizados en el programa Administración Ambiental, donde el porcentaje de uso del software QGIS es del 43,1% y el del Software ArcGIS es del 39,7%. Cabe resaltar que el porcentaje del uso de ambos Software es del 17,2%.

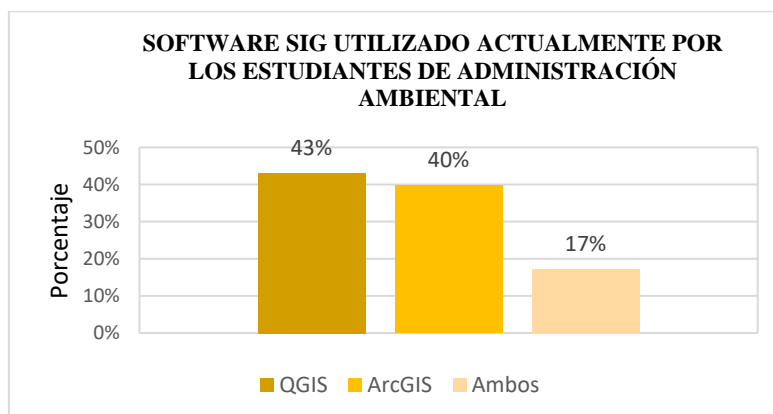
Tabla 6. Software SIG utilizado actualmente en el programa de Administración Ambiental.

Software SIG	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
QGIS	25	0,43	43,1%
ArcGIS	23	0,40	39,7%
Ambos	10	0,17	17,2%
Total	58	1	100%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 5, describe el comportamiento en el uso de los Software SIG (ArcGIS y QGIS) en el programa Administración Ambiental.

Gráfico 5. Software SIG utilizado actualmente en el programa de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 7, describe el uso de los software SIG por parte de los estudiantes de Administración Ambiental. Donde la opción de respuesta que mayor puntuación obtuvieron fue (Todas las anteriores y Para Elaborar Mapas), con puntajes del 44,8% y 43,1% respectivamente. En ese orden, las opciones de respuesta (Para realizar modelos, Para realizar análisis y Visualizar información) obtuvieron unos porcentajes de 1,7%, 6,9% y 19,0% respectivamente.

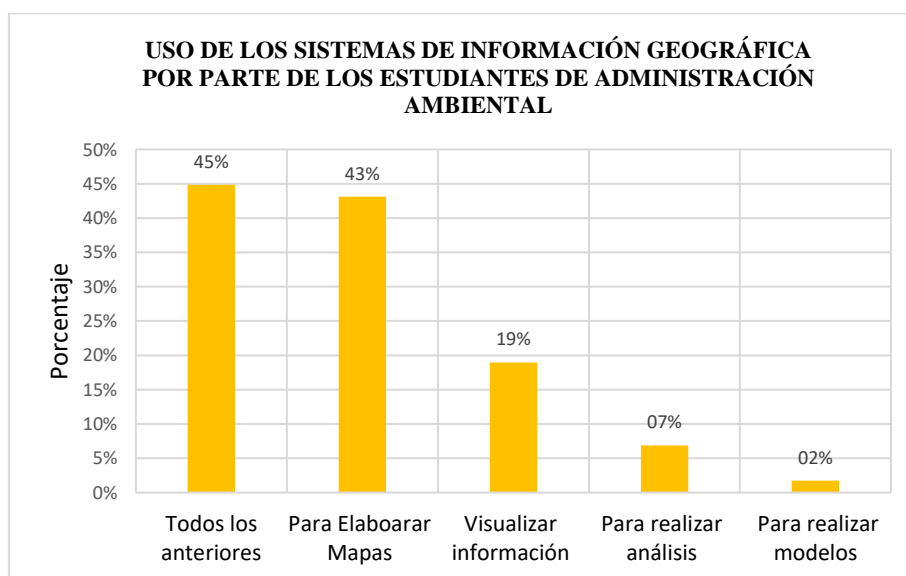
Tabla 7. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el programa de Administración Ambiental.

Usos de los Software SIG	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
Todos los anteriores	26	0,45	44,8%
Para Elaborar Mapas	25	0,43	43,1%
Visualizar información	11	0,19	19,0%
Para realizar análisis	4	0,07	6,9%
Para realizar modelos	1	0,02	1,7%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 6, describe el uso de los Sistemas de Información Geográfica por parte de los estudiantes de Administración Ambiental.

Gráfico 6. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el programa de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 8, las fuentes de datos geográficos que mayor número de consultas tiene por parte de los estudiantes de Administración Ambiental, son los Geoportales Nacionales Oficiales, con un porcentaje del 87,9%, el Laboratorio SIG (UTP), con un porcentaje del 44,8% y las Instituciones Públicas, con un porcentaje del 34,5%.

Las Instituciones Educativas y Geoportales Internacionales son la fuente de datos que menor consulta obtuvieron por parte de los estudiantes con un porcentaje del 19,05 y 17,2% respectivamente.

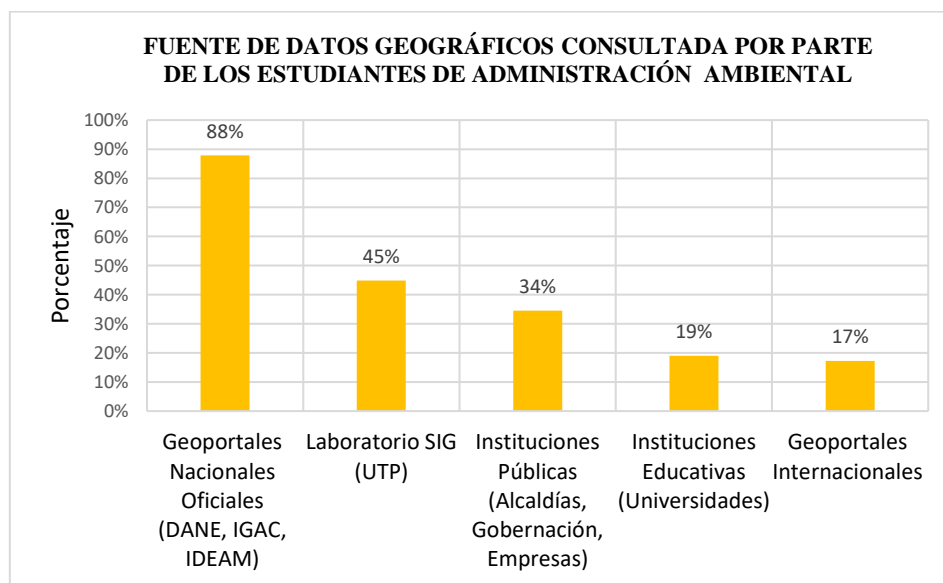
Tabla 8. Fuentes de Información Geográfica consultadas por los estudiantes de Administración Ambiental.

Fuentes de Datos Geográficos Consultadas por Parte de los Estudiantes de Administración Ambiental	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
Geoportales Nacionales Oficiales (DANE, IGAC, IDEAM)	51	0,88	87,9%
Laboratorio SIG (UTP)	26	0,45	44,8%
Instituciones Públicas (Alcaldías, Gobernación, Empresas)	20	0,34	34,5%
Instituciones Educativas (Universidades)	11	0,19	19,0%
Geoportales Internacionales	10	0,17	17,2%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 7, representa las fuentes de datos geográficos más consultadas por parte de los estudiantes de Administración Ambiental.

Gráfico 7. Fuente de datos geográficos consultada por parte de los estudiantes de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 9, se describen cuáles son las aplicaciones móviles más usadas para el levantamiento de datos geográficos por parte de los estudiantes de Administración Ambiental. Donde las aplicaciones Google Maps, Memento Data Base y Avenza Maps, obtuvieron mayor puntuación por parte de los estudiantes, con un porcentaje de 75,9%, 25,9% y 20,7% respectivamente.

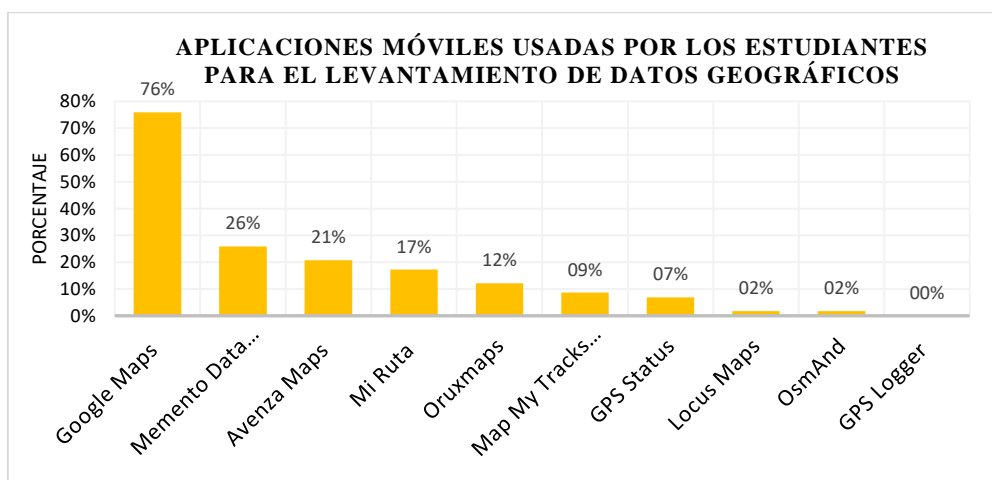
Tabla 9. Aplicaciones móviles utilizadas para el levantamiento de datos geográficos por parte de los estudiantes de Administración Ambiental.

Aplicaciones Móviles	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
Google Maps	44	0,76	75,90%
Memento Data Base	15	0,26	25,90%
Avenza Maps	12	0,21	20,70%
Mi Ruta	10	0,17	17,20%
Oruxmaps	7	0,12	12,10%
Map My Tracks Sports GPS	5	0,09	8,60%
GPS Status	4	0,07	6,90%
Locus Maps	1	0,02	1,70%
OsmAnd	1	0,02	1,70%
GPS Logger	0	0	0,00%
Total	99	1,71	171%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 8, describe el uso de las aplicaciones móviles para el levantamiento de datos geográficos por parte de los estudiantes de Administración Ambiental.

Gráfico 8. Aplicaciones móviles utilizadas para el levantamiento de datos geográficos por parte de los estudiantes de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10. En primer lugar, las asignaturas que mayor aplicabilidad tienen con los Sistemas de Información Geográfica, según el criterio de los estudiantes, son las de los ciclos de Formación Profesional; donde las asignaturas que mayor puntaje tuvieron son Hidroclimatología (82, 76%), Manejo y Conservación de Suelos (68, 97%), Evaluación de Impacto Ambiental (77, 59%), y Desarrollo Territorial (60, 34%). Es importante aclarar, que la asignatura Geología del ciclo de Formación General, obtuvo un puntaje del 75, 86%.

En segundo lugar, las Prácticas Ambientales Interdisciplinarias I, II y III obtuvieron un porcentaje inferior al 50% en comparación a las asignaturas del ciclo de Formación Profesional, es decir, los puntajes de las asignaturas Práctica Ambiental Interdisciplinarias I, II y III son respectivamente, (48, 28%, 41,38% y 48, 28%).

Finalmente, las asignaturas que menor calificación obtuvieron por parte de los estudiantes son; Gestión Ambiental Empresarial (3,45%), Ecología Aplicada (29,31%) y Sistemas de Producción Agrícolas y Forestales (29,31%).

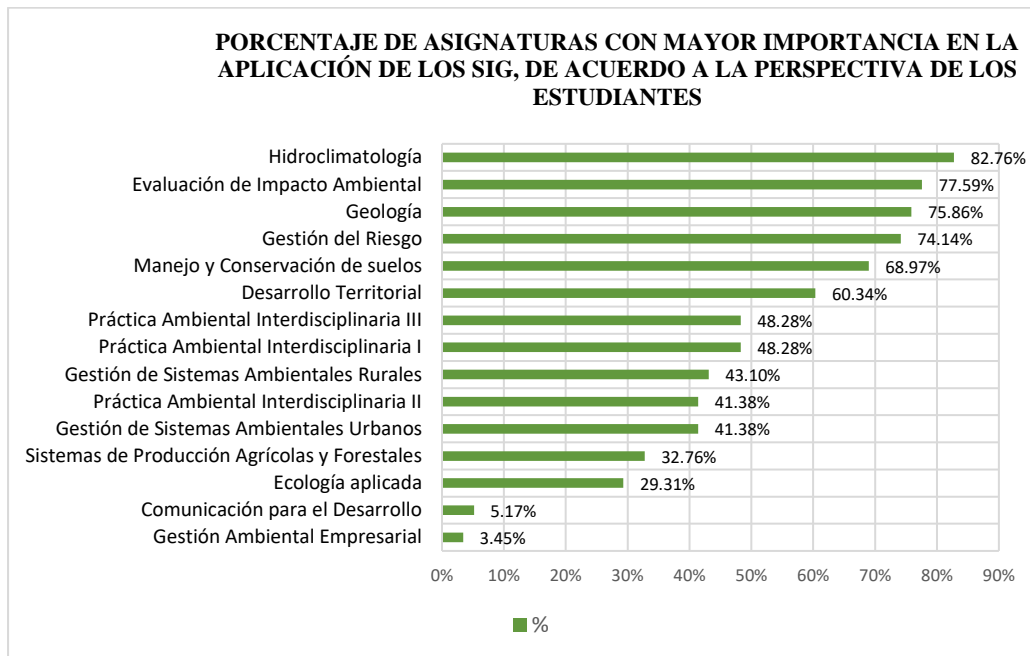
Tabla 10. Asignaturas con mayor aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica.

Asignatura	Frecuencia relativa	%
Hidroclimatología	0,83	82,76%
Evaluación de Impacto Ambiental	0,78	77,59%
Geología	0,76	75,86%
Gestión del Riesgo	0,74	74,14%
Manejo y Conservación de suelos	0,69	68,97%
Desarrollo Territorial	0,60	60,34%
Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	0,48	48,28%
Práctica Ambiental Interdisciplinaria III	0,48	48,28%
Gestión de Sistemas Ambientales Rurales	0,43	43,10%
Gestión de Sistemas Ambientales Urbanos	0,41	41,38%
Práctica Ambiental Interdisciplinaria II	0,41	41,38%
Sistemas de Producción Agrícolas y Forestales	0,33	32,76%
Ecología aplicada	0,29	29,31%
Comunicación para el Desarrollo	0,05	5,17%
Gestión Ambiental Empresarial	0,03	3,45%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 9, describe las asignaturas que mayor aplicabilidad tienen con los Sistemas de Información Geográfica, según criterio de los estudiantes.

Gráfico 9. Asignaturas con mayor aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica



Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 11, el 90% de los estudiantes de Administración consideran que los Sistemas de Información Geográfica son muy importantes. Por el contrario, solo un 10% consideró que los SIG son importantes en la Administración Ambiental.

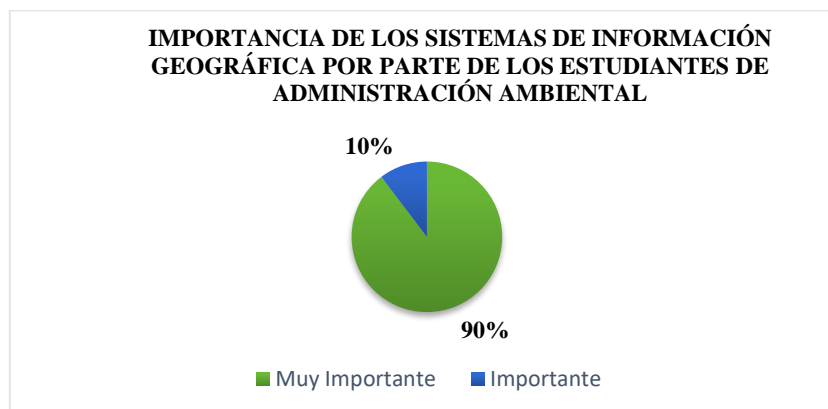
Tabla 11. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica para los estudiantes de Administración Ambiental.

Importancia de los SIG	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje
Muy Importante	52	0,90	90%
Importante	6	0,10	10%
Total	58	1,00	100%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 10, describe la importancia de los Sistemas de Información Geográfica, según el criterio de los estudiantes de Administración Ambiental.

Gráfico 10. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica para los estudiantes de Administración Ambiental



Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 12, está compuesta por los campos (Semestre y Definición de un Sistema de Información Geográfica). Las opciones de respuesta que mayor puntuación obtuvieron por semestre son las siguientes: semestres Quinto, Séptimo, Octavo y Decimo, seleccionaron la opción de respuesta C, con un porcentaje de 77, 78%, 80%, 60% y 62,50% respectivamente. Por el contrario, el semestre sexto seleccionó las opciones de respuesta B con un porcentaje del 55,56% y el noveno semestre seleccionó la opción de respuesta A con un porcentaje del 66, 67%.

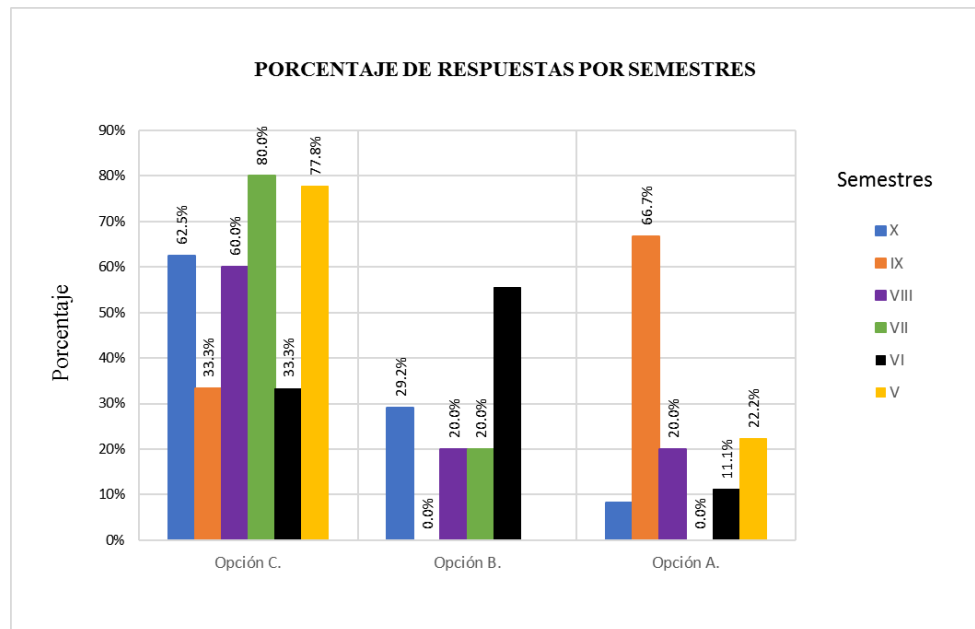
Tabla 12. Definición de los Sistema de Información Geográfica por Semestre.

Semestres	Definición de los Sistemas de Información Geográfica		
	C. Son una herramienta que permite la integración de tecnologías informáticas (software y hardware), como de personas, donde se destaca que la función principal que cumplen este tipo de tecnologías, es la captura, análisis, edición, almacenamiento y representación de datos georreferenciados. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento.	B. Son software y hardware, por medio de los cuales se organiza información espacial; para solucionar problemas de naturaleza geográfica, reproduciendo la realidad en forma de capas. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento.	A. Son herramientas, técnicas y programas (software y hardware) utilizados para la distribución de información aleatoriamente por territorio, dando una representación por medio de una elaboración de cartografía. Estos contribuyen especialmente a los organismos estatales en la clasificación y manejo de la información espacial.
VII	80,00%	20,00%	0,00%
X	62,50%	29,17%	8,33%
VI	33,33%	55,56%	11,11%
VIII	60,00%	20,00%	20,00%
V	77,78%	0,00%	22,22%
IX	33,33%	0,00%	66,67%
Total general	58,62%	24,14%	17,24%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 11, describe las opciones de respuestas seleccionadas por semestre a la pregunta que es un Sistema de Información Geográfica.

Gráfico 11. Respuestas por semestre a la definición de los Sistemas de Información Geográfica



Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 13, para los estudiantes de quinto a decimo semestre, el sistema de coordenadas vigentes para el municipio de Pereira es MAGNA-SIRGAS Colombia origen Bogotá. Siendo esta opción de respuesta que mayor puntuación obtuvo en cada uno de los semestres, (Quinto 77, 78%, Sexto 66,67%, Séptimo 60%, Octavo 80%, Noveno 66, 67% y Decimo 66,67%). Con relación a las otras opciones de respuesta obtuvieron puntajes inferiores al 50%.

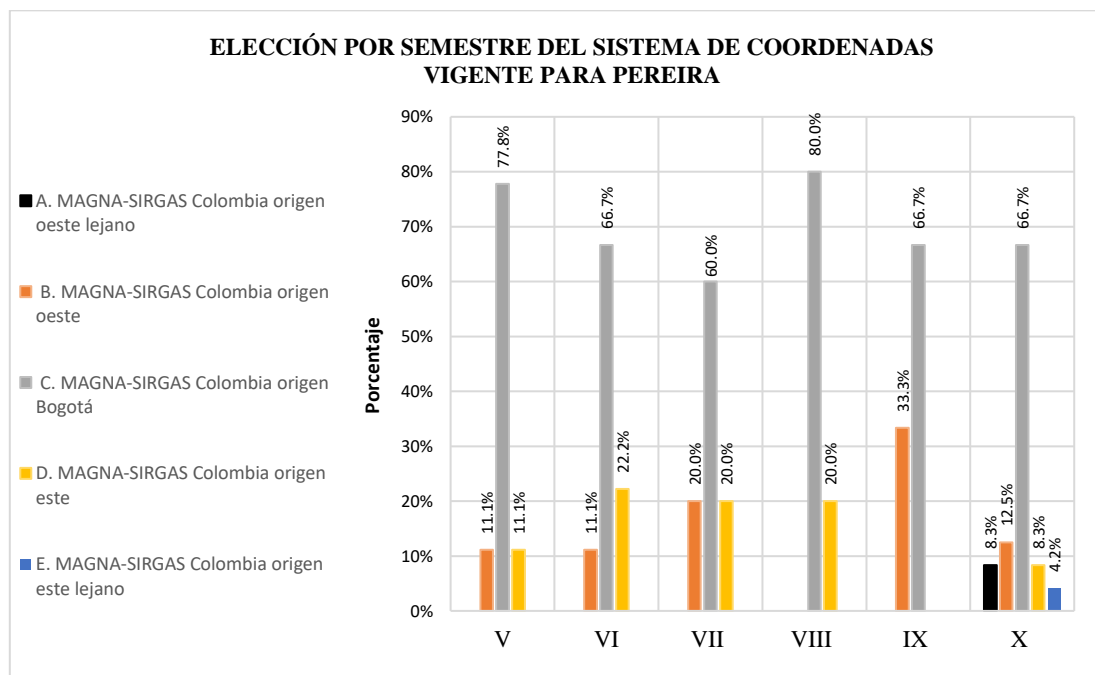
Tabla 13. Elección del sistema de coordenadas vigentes para Pereira por semestre

Semestres	A. MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste lejano	B. MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste	C. MAGNA-SIRGAS Colombia origen Bogotá	D. MAGNA-SIRGAS Colombia origen este	E. MAGNA-SIRGAS Colombia origen este lejano
X	8,33%	12,50%	66,67%	8,33%	4,17%
IX		33,33%	66,67%		
VIII			80,00%	20,00%	
VII		20,00%	60,00%	20,00%	
VI		11,11%	66,67%	22,22%	
V		11,11%	77,78%	11,11%	
Total general	3,45%	13,79%	68,97%	12,07%	1,72%

Fuente: Elaboración Propia

La gráfica 12, describe la distribución según cada semestre sobre cuál es el sistema de coordenadas proyectadas vigentes para Pereira. Donde la opción de respuesta C fue la que mayor puntuación obtuvo en cada semestre.

Gráfico 12. Elección del sistema de coordenadas vigentes para Pereira por semestre



Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 14, se describe la calificación dada por los estudiantes según el semestre académico que estaban cursando a la pregunta (¿Cuál no es una coordenada proyectada?). Para el 83, 33% de los estudiantes de Noveno semestre, seleccionaron la opción de respuesta A. Por el contrario, para los semestres Octavo y Séptimo, se observa un comportamiento similar con igual número de porcentaje para las opciones de respuesta A (40%) y B (60%).

Para los semestres Quinto, la opción de respuesta A obtuvo un porcentaje del 55, 56% y la respuesta B obtuvo un porcentaje del 44, 44%. Estos resultados se presentaron de forma contraria para el Sexto semestre.

Finalmente, para el Décimo semestre el porcentaje de respuesta para la opción A fue del 45,83% y para la respuesta B del 54,17%.

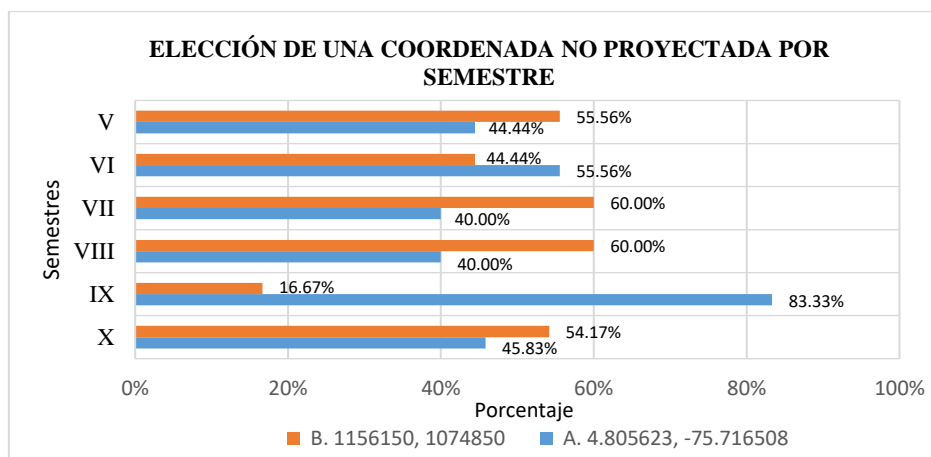
Tabla 14. Elección de una coordenada no proyectada por semestre.

Semestres	A. 4.805623, -75.716508	B. 1156150, 1074850
X	45,83%	54,17%
IX	83,33%	16,67%
VIII	40,00%	60,00%
VII	40,00%	60,00%
VI	55,56%	44,44%
V	44,44%	55,56%
Total general	50,00%	50,00%

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica 13, se describe el porcentaje de respuesta que le dieron los estudiantes de Quinto a Decimo semestre a la pregunta (¿Cuál no es una coordenada proyectada?).

Gráfico 13. Elección de una coordenada no proyectada por semestre



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15. Para la mayoría de los semestres excepto Quinto semestre, los estudiantes utilizan los Sistemas de información Geográfica para la elaboración de mapas y en menor media para realizar modelos y análisis.

Para la opción de respuesta (Todas las anteriores), en el Quinto semestre obtuvo un puntaje del 77,8%, es decir, el mayor porcentaje en esta respuesta por semestre.

Tabla 15. Usos de los Sistemas de Información Geográfica por Semestre.

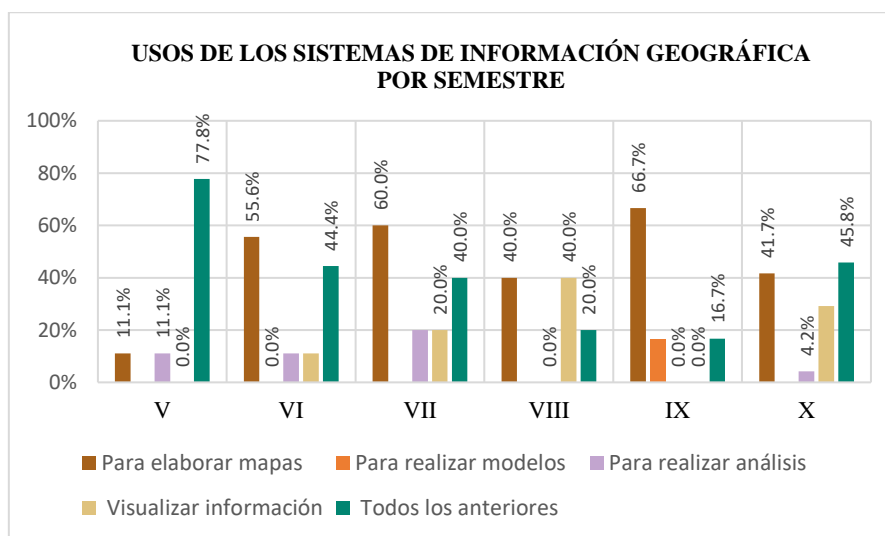
Semestres	Para elaborar mapas	Para realizar modelos	Para realizar análisis	Visualizar información	Todos los anteriores
X	41,7%	0,0%	4,2%	29,2%	45,8%
IX	66,7%	16,7%	0,0%	0,0%	16,7%
VIII	40,0%	0,0%	0,0%	40,0%	20,0%
VII	60,0%	0,0%	20,0%	20,0%	40,0%
VI	55,6%	0,0%	11,1%	11,1%	44,4%
V	11,1%	0,0%	11,1%	0,0%	77,8%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 14, representa los diferentes usos que le dan los estudiantes de Administración Ambiental a los Sistemas de Información Geográfica. Donde el mayor uso por semestre se registró para elaborar mapas (entre los semestres de Sexto a Decimo) y en el menor uso para realizar modelos y análisis.

El uso que le dan los estudiantes de Quinto semestre a los SIG, según las opciones de respuesta es para (Todos los anteriores), con un porcentaje del 77,8%.

Gráfico 14. Usos de los Sistemas de Información Geográfica por Semestre



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16. Para los estudiantes de Séptimo, Octavo y Noveno, una de las principales limitantes es la poca disponibilidad de datos SIG, con un porcentaje del 80%, 60% y 50% respectivamente. Por el contrario, la principal limitante de los estudiantes de Quinto semestre es no tener computador con un porcentaje del 44,4%.

Finalmente, para los estudiantes de Decimo semestre, las principales limitantes son; Poca disponibilidad de datos SIG e Inseguridad en el manejo de software con un porcentaje del 45,8% y No tener computador con un porcentaje de 41,7%.

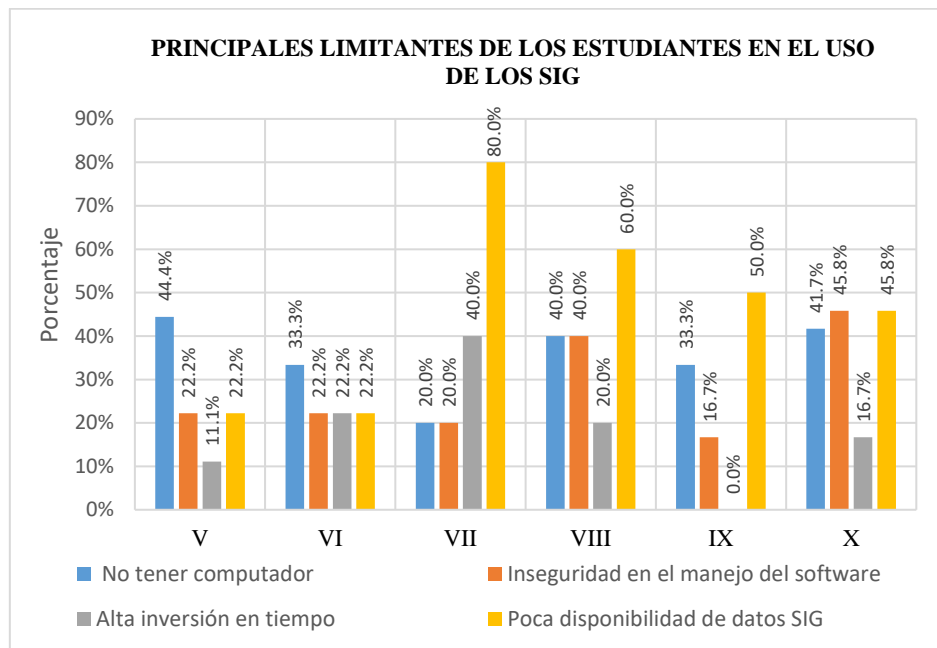
Tabla 16. Principales Limitantes de los estudiantes en el uso de los SIG.

Semestres	No tener computador	Inseguridad en el manejo del software	Alta inversión en tiempo	Poca disponibilidad de datos SIG
VII	20,0%	20,0%	40,0%	80,0%
VIII	40,0%	40,0%	20,0%	60,0%
IX	33,3%	16,7%	0,0%	50,0%
X	41,7%	45,8%	16,7%	45,8%
VI	33,3%	22,2%	22,2%	22,2%
V	44,4%	22,2%	11,1%	22,2%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 15, describe las principales limitantes en el uso de los Sistemas de Información Geográfica por semestre. Donde los semestres Séptimo, Octavo y Noveno, su principal limitante es la poca disponibilidad de datos SIG. Por el contrario, para el Quinto semestre es no tener computador. Para el Décimo semestre, sus principales limitantes son poca disponibilidad de datos SIG e Inseguridad en el manejo de software y No tener computador.

Gráfico 15. Principales Limitantes de los estudiantes en el uso de los SIG



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17. La principal aplicación móvil que utilizan los estudiantes para el levantamiento de datos geográficos, independientemente del software SIG es Google Maps con un porcentaje entre el 70,37% y 80,65%. En ese orden, las aplicaciones Memento Data Base y Avenza Mapas son las más usadas después de Google Maps.

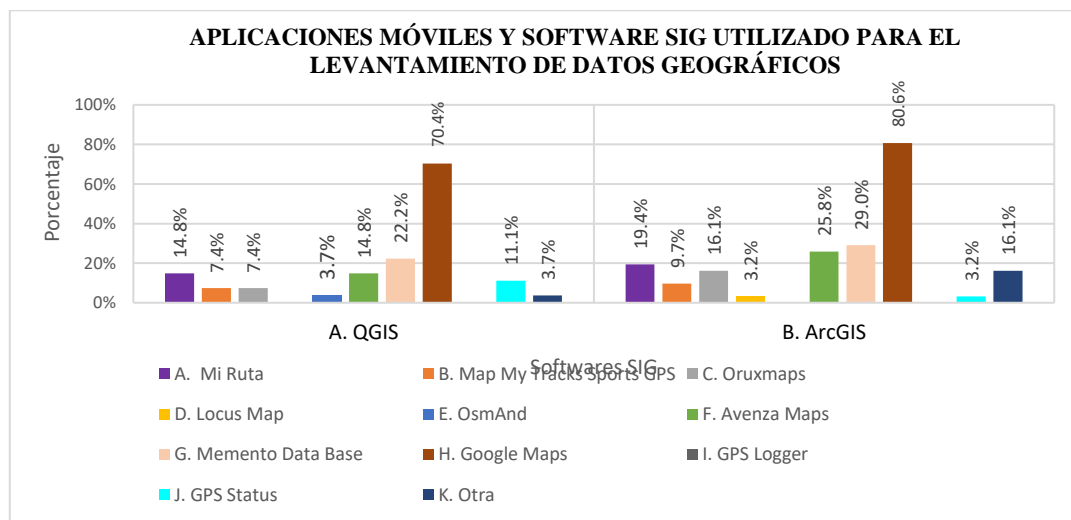
Tabla 17. Aplicaciones móviles y software SIG para el levantamiento de datos geográficos.

Aplicaciones Móviles	A. QGIS	B. ArcGIS
A. Mi Ruta	14,81%	19,35%
B. Map My Tracks Sports GPS	7,41%	9,68%
C. Oruxmaps	7,41%	16,13%
D. Locus Map	0,00%	3,23%
E. OsmAnd	3,70%	0,00%
F. Avenza Maps	14,81%	25,81%
G. Memento Data Base	22,22%	29,03%
H. Google Maps	70,37%	80,65%
I. GPS Logger	0,00%	0,00%
J. GPS Status	11,11%	3,23%
K. Otra	3,70%	16,13%

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica 16, describe el uso de las aplicaciones móviles utilizadas para el levantamiento de datos geográficos, según el software SIG utilizado. Donde las principales aplicaciones utilizadas son; Google Maps, Memento Data Base y Avenza Mapas.

Gráfico 16. Aplicaciones móviles y software SIG para el levantamiento de datos geográficos



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas a algunos docentes del ciclo de profesionalización, es decir, de las asignaturas de quinto a décimo semestre. Las asignaturas se seleccionaron, teniendo en cuenta la aplicabilidad que presentan con los Sistemas de Información Geográfica.

En la tabla 18, se describen las asignaturas que fueron seleccionadas para realizar las entrevistas, teniendo en cuenta la aplicabilidad que presentan con los Sistemas de Información Geográfica.

Tabla 18. Entrevistas a los docentes de algunas asignaturas de quinto a décimo semestre

Asignaturas	Código	Semestre
Sistemas de Información Geográfica	VAA5A3	V
Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	VAAF3	V
Geología	VAA5B3	V
Hidroclimatología	VAAE3	V
Manejo y Conservación de Suelos	VIAA6B3	VI
Práctica Ambiental Interdisciplinaria II	VIIAA6F3	VII
Evaluación de Impacto Ambiental	VIIIAA8B3	VIII
Gestión de Riesgo	IXAA9A3	IX
Práctica Ambiental Interdisciplinaria III	XAAE3	X

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 19. Describe las categorías utilizadas como parámetro de calificación para evaluar la integración que presentan algunas asignaturas del programa de Administración Ambiental con los Sistemas de Información Ambiental.

Tabla 19. Categoría para la calificación de las entrevistas de acuerdo a la aplicación y aspectos de integración

Categoría	Calificación	Color	Descripción
Alto	3		Asignaturas con mayor aplicabilidad y aspectos de integración con los Sistemas de Información Geográfica
Medio	2		Asignaturas que presentan algunos aspectos de integración y aplicabilidad con los Sistemas de Información Geográfica
Bajo	1		Asignaturas que presentan limitados aspectos de integración y aplicabilidad con los Sistemas de Información Geográfica

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 20, representa la aplicación y los aspectos de integración de los SIG con algunas asignaturas de quinto a décimo semestre, en la tabla se evidencia que la gran mayoría de las asignaturas presenta alta aplicabilidad. Nótese, que la asignatura Práctica Ambiental Interdisciplinaria I, no se integra completamente con los SIG; sin embargo, en asignaturas como Gestión del Riesgo presenta mayor integración, debido a que se necesita tratamiento de cartografía, no solamente para elaborar mapas de amenaza y vulnerabilidad, sino en representar y hacer análisis de escenarios de riesgo de desastres (Anexo D).

Tabla 20. Calificación de acuerdo a la aplicación y aspectos de integración de las asignaturas con los SIG

Calificación por variables de acuerdo a las respuestas de los docentes de las asignaturas								
Codificación	VAAF3	VAA5B3	VAAE3	VIAA6B3	VIIAA6F3	VIIIAA8B3	IXAA9A3	XAA9E3
Variables/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	Geología	Hidroclimatología	Manejo y conservación de Suelos	Práctica Ambiental Interdisciplinaria II	Evaluación de Impacto Ambiental	Gestión del Riesgo	Práctica Ambiental Interdisciplinaria III
Aplicación de los Sistema de Información Geográfica en la asignatura (levantamiento de información, elaboración de mapas, análisis, etc.)	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Aspectos de integración de los Sistemas de Información Geográfica en la asignatura	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 21. Describe las categorías utilizadas como parámetro de calificación para evaluar el desempeño y limitaciones que presentan los estudiantes en algunas asignaturas del programa de Administración Ambiental en la utilización de los Sistemas de Información Ambiental.

Tabla 21. Categoría para la calificación de las entrevistas de acuerdo al desempeño y limitantes de los estudiantes

Categoría	Calificación	Color	Descripción
Alto	3		Asignaturas en las que los estudiantes han tenido un buen desempeño con el uso de los Sistemas de Información Geográfica
Medio	2		Asignaturas en las que los estudiantes han tenido un desempeño aceptable con el uso de los Sistemas de Información Geográfica
Bajo	1		Asignaturas en las que los estudiantes han tenido un desempeño insuficiente con el uso de los Sistemas de Información Geográfica
NOTA: Para la variable limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en las asignaturas, la categoría alto (Color Rojo) , significa que presentan considerables limitantes en el uso de los SIG; en la categoría medio (Color Amarillo) , significa que presentan pocas limitantes en el uso de los SIG; en la categoría bajo (Color verde) , significa que no presentan muchas limitantes en el uso de los SIG.			

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 22; representa la calificación del desempeño y limitantes de los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en las asignaturas; de acuerdo al criterio dado por lo docentes en las entrevistas. Nótese, el desempeño de los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en las diferentes asignaturas es en su mayoría bajo y las limitantes que presentan a la hora de usar los SIG es alto. Algunas de las respuestas que dan sustento a esto son las siguientes (Anexo D):

- **Gestión del Riesgo:** El desempeño es regular a bajo, debido a que vivimos en una cultura en la que poco se usa lo que se va aprendiendo y en especialmente porque los estudiantes vienen en una concesión en promedio, aunque hay jóvenes muy habilidosos en el tema y sabe utilizar los SIG; sin embargo, la mayoría creen que los productos que necesitan sacar de un trabajo eso lo hace el SIG y no es así. Respuesta a la variable **Desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los sistemas de información Geográfica en las asignaturas.**
- **Hidroclimatología:** Elaboración de mapas temáticos. Respuesta a la variable **Aspectos sobre SIG en que se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura**
- **Manejo y Conservación de Suelos:** Principalmente es la conceptualización, debido a que desafortunadamente pareciera que el SIG hace milagros, pero el SIG no es sólo una herramienta que responde a un modelo conceptual. No usar el SIG como el fin de los análisis y en la medida que tenga basura en el SIG genera basura, por ende, se debe de revisar la calidad de la fuente de los datos. Pues es muy común que combinen un estudio detallado con uno general, un mapa 1:100000 con un mapa 1:25000 y no pasa nada, y ahí conceptualmente hay falencias para la toma de decisiones. Respuesta a la variable **Limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura.**

Tabla 22. Calificación de acuerdo al desempeño y limitantes de los estudiantes con el uso de los SIG en las asignaturas

Calificación por variables de acuerdo a la respuestas de los docentes de las asignaturas								
Codificación	VAAF3	VAA5 B3	VAAE3	VIAA6B3	VIIAA6F3	VIIIAA8 B3	IXAA9 A3	XAA9E3
Variables/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	Geología	Hidroclimatología	Manejo y conservación de Suelos	Práctica Ambiental Interdisciplinaria II	Evaluación de Impacto Ambiental	Gestión del Riesgo	Práctica Ambiental Interdisciplinaria III
Desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en las asignaturas	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Aspectos sobre SIG en que se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 23. Describe las categorías utilizadas como parámetro de calificación para la evaluación de las entrevistas realizadas a los docentes de la asignatura Sistemas de Información Geográfica.

Tabla 23. Categoría para la calificación de la entrevista a los docentes de la asignatura Sistemas de Información Geográfica

Categoría	Calificación	Color	Descripción
Alto	3		Presentan un buen desempeño en el manejo y la aplicación de los sistemas informáticos. Por otra parte, poseen mayores fortalezas que dificultades en el manejo de los sistemas informáticos.
Medio	2		Presentan un desempeño aceptable en el manejo y la aplicación de los sistemas informáticos. Por otra parte, poseen mayores dificultades que fortalezas en el manejo de los sistemas informáticos.
Bajo	1		Presentan un desempeño insuficiente en el manejo y la aplicación de los sistemas informáticos. Por otra parte, poseen muchas dificultades en el manejo de los sistemas informáticos.

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 24. Describe las categorías utilizadas como parámetro de calificación para la evaluación del desempeño, principales dificultades y fortalezas que presentan los estudiantes con el uso de los sistemas informáticos (Anexo D).

Tabla 24. Calificación de acuerdo al desempeño y principales dificultades y fortalezas de los estudiantes con el uso de los sistemas informáticos

Calificación por variables de acuerdo a la respuestas de los docentes de la asignatura Sistemas de Información Geográfica	
Codificación	VAA5A3
Variables/Asignaturas	Sistemas de Información Geográfica
Desempeño que han tenido los estudiantes con el manejo de los sistemas informáticos	Bajo
Principales dificultades y fortalezas de los estudiantes en el manejo de los sistemas informáticos	Bajo

Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente, se describe el resultado de cada uno de los ejemplos realizados en la guía didáctica.

Se elaboró la Guía Didáctica con Sistemas de Información Geográfica para Administradores Ambientales con el fin de contribuir al mejoramiento de las competencias profesionales de los estudiantes en formación. La guía consta de un conjunto de ejemplos de casos específicos de aplicación de los SIG. Estos ejemplos se elaboraron teniendo en cuenta el análisis realizado a las encuestas y entrevistas que se le hicieron a los estudiantes y docentes. Así, se construyeron 5 ejemplos de integración de las asignaturas con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En ese orden de ideas, cada uno de los ejemplos propuestos tiene como fin contribuir en fases del proceso de formación del administrador ambiental.

Ahora bien, el primer ejemplo que se desarrolló es el de fundamentos básicos de cartográfica. Pretende complementar el proceso de la “fase de fundamentación del programa académico de Administración Ambiental” es decir, brinda elementos teórico-prácticos que permita al estudiante realizar un reconocimiento de las condiciones biofísicas, ambientales y socioculturales del territorio a partir de una lectura integral a través de los Sistemas de Información Geográfica.

El segundo ejemplo, permite a los estudiantes fortalecer las capacidades entorno a el levantamiento de datos en campo a través de aplicaciones móviles (SIG Móviles), este ejemplo aporta elementos en cada una de las fases del proceso de formación, debido a la importancia y la necesidad constante que tienen los profesionales en el campo ambiental de realizar



levantamiento de datos en campo, además, contribuye a fortalecer las actividades y tareas realizadas en las salidas académicas.

El tercer ejemplo, se encuentra inmerso en la “fase de profesionalización”. Esta fase tiene como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos en la “fase de fundamentación” a través de caso de estudios de investigaciones realizadas en un área específica del conocimiento humano. Por ende, el ejemplo de evaluación de impactos ambientales, tiene como fin brindarles a los estudiantes elementos metodológicos y prácticos que integran los SIG con la evaluación de impactos ambientales, que aportan a la toma de decisiones en la formulación de estrategias para prevenir, corregir, mitigar y compensar posibles impactos ambientales causados en por el desarrollo de actividades o proyectos económicos.

El cuarto ejemplo, permite a los estudiantes aplicar lo aprendido en la asignatura Manejo y conservación de suelos, además de utilizar los SIG. Este curso se encuentra en la fase de profesionalización, es decir, favorece la integración de las asignaturas cursadas con anterioridad, para ponerlas en práctica en los procesos de evaluación de la tierra por medio de aptitudes de uso existente en una zona específica. De acuerdo a esto, la guía contribuye a los estudiantes a aprender a utilizar los SIG para efectuar análisis en los procesos metodológicos de la asignatura Manejo y Conservación de Suelos, además permiten dar respuesta a preguntas complejas, con el fin de aportar en procesos de toma de decisiones.

El quinto ejemplo, se encuentra en la “fase de gestión”. En este se ilustran herramientas conceptuales y analíticas que facilitarán la realización de análisis con SIG para aportar en procesos de Gestión del Riesgo de Desastres, con el fin de que los estudiantes cuenten con metodologías y técnicas para el desarrollo del perfil profesional.

8.2 Análisis de Resultados

Se elaboró encuestas a los estudiantes y entrevistas a los profesores, con el fin de evaluar el nivel de apropiación teórica y práctica en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (de los estudiantes) y revisar los elementos fundamentales de integración de los SIG en las asignaturas del programa de Administración Ambiental. Por último, se elaboró una guía didáctica de Sistemas de Información Geográfica que contribuye al mejoramiento de las competencias, principalmente del saber hacer de los estudiantes de Administración Ambiental.

8.2.1 Análisis de resultados de las encuestas

Los resultados obtenidos con las encuestas, se dividieron en dos apartados; en el primero se realizó la parte teórica, representándose mediante las gráficas de color azul, siendo las gráficas 2, 3, y 4. En esta categoría, también se incluyen las gráficas 11, 12 y 13, debido a que fueron cruces que se realizaron con otras preguntas. En la segunda sección, se desarrolló la parte práctica; está compuesta por las gráficas de color amarillo, siendo las gráficas 5, 6, 7 y 8. Asimismo, se incluyen las gráficas 14, 15 y 16, debido a los cruces realizados de las preguntas prácticas con los semestres. Y finalmente, las gráficas de color verde (gráficas 1, 9 y 10) nos proporcionan información general sobre el trabajo investigativo.

En primer lugar, a nivel teórico, los estudiantes de Administración Ambiental presentan dificultades en la apropiación conceptual, específicamente en los conceptos básicos de



cartografía, como se puede evidenciar en los resultados de las gráficas de color azul, que son las numeradas a continuación; 2, 3, 4, 11, 12 y 13.

En la gráfica 3, Donde el 68,97% de los estudiantes encuestados, seleccionaron el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Colombia origen Bogotá como el sistema de coordenadas vigente para Pereira. Se comparó estos resultados con la gráfica 12, en la cual se realizó un cruce de la variable semestre con el sistema de coordenadas proyectadas vigente para Pereira. Se obtuvieron los siguientes resultados por semestre; (Quinto 77, 78%, Sexto 66,67%, Séptimo 60%, Octavo 80%, Noveno 66, 67% y Décimo 66,67%).

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos afirmar con base en los resultados obtenidos, el 68,97% de los estudiantes de Administración Ambiental no comprenden cual es el sistema de coordenadas vigentes para el municipio de Pereira, indicando que existen dificultades en el manejo teórico de los conceptos básicos en cartografía, debido a que la respuesta correcta a esta pregunta era MAGNA-SIRGAS Colombia origen oeste.

Por otro lado, en relación con el resultado de la gráfica 4, en la cual se les evaluó a los estudiantes con pregunta cual no era una coordenada proyectada. Los resultados a esta pregunta reflejan un comportamiento balanceado, es decir, 50% a la opción de respuesta (4.805623, -75.716508) y 50% a la opción de respuesta (1156150, 1074850). La respuesta correcta a esta pregunta era la opción (4.805623, -75.716508). Así pues, el cruce de la variable con los semestres, ratifica que existen dificultades en la apropiación de los conceptos teóricos en cartografía, dado que, en los semestres de quinto a décimo, no diferencian una coordenada proyectada (1156150, 1074850) de una coordenada geográfica (4.805623, -75.716508), como se evidencia en la gráfica 13.

Finalmente, cabe resaltar que los estudiantes de Administración Ambiental en general, conocen la definición de un Sistema de Información Geográfica, como se evidencia en los resultados de la gráfica 2 y 11, donde el 58,6% define un Sistema de Información Geográfica como: *“Son una herramienta que permite la integración de tecnologías informáticas (software y hardware), como de personas, donde se destaca que la función principal que cumplen este tipo de tecnologías, es la captura, análisis, edición, almacenamiento y representación de datos georreferenciados. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento”*. Siendo esta la opción de respuesta correcta. Sin embargo, se evidencia un porcentaje alto en la selección de las otras dos opciones, siendo estas, respuestas incorrectas.

Por otra parte, los resultados que se muestran en las gráficas de color amarillo, hacen referencia principalmente al desarrollo práctico en Sistemas de Información Geográfica que tienen los estudiantes del programa académico Administración Ambiental. En general, los estudiantes presentaron destreza en la parte práctica con los SIG, es decir, se evidenció el esfuerzo adicional que han hecho algunos estudiantes en mejorar sus competencias entorno a los Sistemas de Información Geográfica, puesto que un 17, 2% de los estudiantes encuestados tienen la capacidad técnica de operar ambos software (Gráfica 5). Esto denota la voluntad en aprender otro software diferente al instruido en la asignatura SIG. Sin embargo, utilizan los software SIG principalmente en sus funciones básicas, empleándolos para la visualización de información y elaboración de mapas, etc. (Gráfica 6). Pero, posterior a Quinto semestre, se incrementa el uso en la elaboración de mapas y se disminuye notablemente en los otros. Esto



se debe, primordialmente, a que después de cursar la asignatura SIG (Que se encuentra en quinto semestre), no es fundamental el uso de todas las funciones, sino que se requiere esencialmente la elaboración de mapas (Gráfica 14).

Por lo que se refiere a las fuentes consultadas para obtención de datos geográficos, se infiere a partir de los resultados, que los Geoportales Nacionales son una de las fuentes de información más consultadas por parte de los estudiantes, debido a la disponibilidad de datos libres en línea de las Instituciones Estatales. Así mismo, el Laboratorio SIG de la UTP, es la segunda fuente de información más consultada, dada la disponibilidad de datos geográficos sin costo para la comunidad educativa. No obstante, los datos adquiridos en otras fuentes de información, generalmente deben pagarse, y por ende estas fuentes son poco consultadas (Gráfica 7). Si bien, los estudiantes tienen acceso a cierta información de las fuentes descritas anteriormente, esto no resuelve todas las dificultades que poseen, dado que la disponibilidad de datos SIG es una de las principales limitantes para el uso de los SIG (Gráfica 15), especialmente la requerida a una escala detalla.

Ahora bien, los estudiantes de Administración Ambiental para el levantamiento de datos geográficos, utilizan Google Maps en ambos software SIG (ArcGIS y QGIS) con un porcentaje del 80,6% y 74,4% respectivamente para cada software, principalmente por ser la más conocida. En relación a las demás aplicaciones móviles, el porcentaje de uso es inferior al de Google Maps. Aunque, las demás aplicaciones pueden proporcionar formas diferentes de obtener datos y con mayor facilidad o que están diseñadas para cumplir este tipo de función. El poco uso de estas aplicaciones móviles por parte de los estudiantes de Administración Ambiental, se debe principalmente a dos causas; la primera, es porque algunas de estas App no son enseñadas cuando los estudiantes cursan la asignatura SIG y la segunda se debe a la poca investigación en herramientas SIG por parte de los estudiantes. Estas diferencias se pueden evidenciar en la gráfica 8. De modo que esto favorece la poca disponibilidad de datos que presentan los estudiantes, visto que tienen acceso limitado a datos geográficos de las fuentes anteriormente mencionadas y utilizan en su mayoría sólo Google Maps para su levantamiento.

En definitiva, son notorias las dificultades en el manejo de los Sistemas de Información Geográfica por parte de los estudiantes de Administración Ambiental. Presentando dificultades en la apropiación conceptual, manejo en los conceptos básicos de cartografía, etc. Por este motivo, se generan condicionamientos en el uso de los software SIG, dado que se pueden producir errores a la hora de elaborar mapas (Se enfatiza, por ser el uso que más le dan a los software SIG), en la utilización del sistema de coordenadas (origen del sistema de coordenadas) para la zona que se esté trabajando, y las coordenadas que se debe de usar en ellos (coordenadas proyectadas). Esto evidencia la necesidad de herramientas que le permitan a los estudiantes entender cómo obtener datos geográficos para trabajar en los SIG, utilizando las aplicaciones de los teléfonos móviles y a su vez, comprender fundamentos básicos de cartografía necesarios para usar los software SIG adecuadamente.

8.2.2 Análisis de resultados de las entrevistas a Docentes

Según la perspectiva de los estudiantes de Administración Ambiental, las asignaturas que mayor aplicabilidad presentan con los SIG son (Tabla 10); Práctica Ambiental Interdisciplinaria II (41,38%), Práctica Ambiental Interdisciplinaria I (48,28%), Práctica



Ambiental Interdisciplinaria III (48,28%), Manejo y Conservación de Suelos (68,97%), Gestión del Riesgo (74,14%), Geología (75, 86%), Evaluación de Impacto Ambiental (77,59%) e Hidroclimatología (82,76%). Estos resultados son similares a los obtenidos en la tabla número 20, en la cual, se muestran las asignaturas que mayor aplicabilidad presentan con los SIG según las entrevistas con los docentes. Los sustentos sobre las asignaturas que requieren la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, se encuentra en la primera variable de las diferentes tablas del anexo D. Por otro lado, según la perspectiva de los docentes que orientan SIG, la mayoría de las asignaturas del programa académico presentan aplicabilidad de los SIG. Esto se debe a que los SIG permiten analizar gran variedad de temas geográficos: climatología, desastres naturales, población, geología, vegetación, edafología y usos del suelo, por ejemplo, mediante mapas temáticos, fotografía aérea, imágenes por satélite, bases de datos y gráficos Ates (2013) citado por (Nieto, 2016, p. 39).

De acuerdo a lo anterior, los SIG se integran con las diferentes asignaturas debido a que este instrumento está orientado a la interpretación, planeación y soporte en la toma de decisiones, es decir, los SIG instrumentan y fortalecen las disciplinas involucradas en la gestión ambiental (Escobar, et al, 2008); para este caso, las asignaturas del programa académico Administración Ambiental. Por otra parte, respecto al desempeño y limitantes que han tenido los estudiantes en el uso de los SIG en las asignaturas de quinto a décimo semestres, existe una fuerte preocupación, debido a que la gran mayoría de los estudiantes tiene un desempeño bajo y presentan altas limitantes en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (Tabla 22) (Anexo D).

Según lo manifestado por algunos de los docentes y teniendo en cuenta la encuesta realizada a los estudiantes, la principal limitante que presentan los estudiantes de Administración Ambiental, es en el manejo de los conceptos básicos de cartografía, es decir, en el uso de sistemas de coordenadas geográficas y planas, proyecciones, escalas, convenciones, etc. (Para visualizar gráficamente las principales limitantes en el manejo de los conceptos básicos de cartografía, consulte las gráficas de color azul, numeradas a continuación; gráficas 2, 3, 4, 11, 12 y 13).

De manera análoga, considerando las limitantes que presentan los estudiantes en el manejo de los conceptos básicos de cartografía, se le suma el bajo desempeño que presentan en el manejo de los sistemas informáticos (Tabla 24). Según las entrevistas realizadas a los docentes de la asignatura Sistemas de Información Geográfica, los estudiantes llegan a cursar esta asignatura, teniendo pocas habilidades en el manejo de sistemas informáticos, lo cual le genera a los docentes mayores retos en la enseñanza de los SIG. Entre las dificultades más comunes que presentan los estudiantes al ingresar a cursar la asignatura SIG, se destacan las siguientes; poca habilidad en el manejo del sistema operativo, vacíos significativos en el manejo de ofimática (principalmente Excel), no saber descomprimir archivos y desconocer los tipos de formatos utilizados en SIG.

8.3 Discusión

Para ampliar las fronteras de la experiencia en el uso de las tecnologías de la información y comunicación (Universidad Tecnológica de Pereira, 2018) en el programa de Administración Ambiental, es necesario formar a los estudiantes en el uso y manejo de los Sistemas de



Información Geográfica. De acuerdo a (Escobar, et al, 2008); la capacitación y el entrenamiento de las personas en los Sistemas de Información Geográfica, presentan tres retos principales: El desarrollo del pensamiento espacial, el desarrollo de las competencias en la aplicación de los SIG como soporte en el análisis de las problemáticas ambientales, y la identificación de estrategias para la articulación de esta tecnología en entornos corporativos y de proyectos.

En este sentido, los estudiantes de Administración Ambiental obtienen fundamentos básicos desde el programa académico en el desarrollo del pensamiento espacial y en el desarrollo de las competencias en la aplicación de los SIG como soporte en el análisis de las problemáticas ambientales. El pensamiento espacial está relacionado con las propiedades espaciales del mundo, es decir, con los procesos de enseñanza-aprendizaje que permiten al estudiante potenciar y/o desarrollar esta forma de pensamiento mediante analogías de la realidad, tales como; mediciones, estimaciones de las manifestaciones de un fenómeno del mundo real, etc., por medio de métodos de interpretación y análisis de diversas disciplinas (Escobar, et al, 2008). El desarrollo de las competencias en la aplicación de los SIG como soporte en el análisis de las problemáticas ambientales, asume que los SIG pueden plantearse en un ámbito formativo como herramienta para la toma de decisiones (De San Pedro, et al, 2014) a partir de una representación de las variables que interactúan en los sistemas naturales y un modelo que interprete las dinámicas en los sistemas (Escobar, et al, 2008).

Ahora bien, los Sistemas de Información Geográfica han sido la respuesta a la necesidad de representar y analizar los fenómenos del mundo real, es decir, el espacio geográfico. Estos se han desarrollado históricamente en cinco acciones (Escobar, et al, 2008):

Representar: Es la primera etapa de desarrollo de los SIG. Donde se hace la representación digital de la cartografía convencional, utilizando el dibujo asistido por computador (Escobar, et al, 2008).

Medir: Esta etapa se caracteriza por la representación del mundo real, siguiendo las reglas, estándares y modelos aportados por la cartografía, geodesia, geografía, etc. (Escobar, et al, 2008).

Entender: En esta etapa se realizan análisis del espacio geográfico, intentando estudiar los elementos y fenómenos como sistemas, sobrepasando la superposición de capas de información (Escobar, et al, 2008).

Modelar: Se busca obtener más que la representación visual, sino también la interacción espacial de los elementos y variables que se están estudiando, es decir, se realiza la integración de datos y modelos (Escobar, et al, 2008).

Simular: Se busca obtener escenarios de predictibilidad de un territorio que está sometido a las acciones antrópicas y las dinámicas naturales (Escobar, et al, 2008).

Estas acciones del desarrollo histórico de los Sistemas de Información Geográfica, dan pie para categorizar el momento en el que se encuentran los estudiantes de Administración Ambiental. En otras palabras, proporcionan un soporte práctico para esta investigación, de la etapa de desarrollo en la utilización de los SIG en la que se encuentran los estudiantes; de acuerdo con los resultados obtenidos de las encuestas y las entrevistas.



Por lo que se refiere a los resultados obtenidos, los estudiantes del programa académico Administración Ambiental, se encuentran principalmente en las dos primeras acciones históricas del desarrollo de los SIG (Representar y Medir). Esto se debe a que los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los estudiantes y las entrevistas realizadas a los docentes, arrojan como resultado una baja apropiación de los Sistemas de Información Geográfica por parte de los estudiantes, donde una de sus principales debilidades en la utilización de los SIG es el manejo de los conceptos básicos de cartografía.

Por otra parte, la implementación del SIG en las aulas depende mucho del conocimiento de los profesores de la interacción entre la didáctica, el contenido curricular y la propia tecnología (Bodzin, Pfeffer, & Kulo, 2012; Doering, Koseoglug, Scharberg, Henrickson, & Lanegram, 2014) citado por (Nieto, 2016, p. 39). Así pues, para contribuir al mejoramiento de las habilidades y competencias de los estudiantes de Administración Ambiental en la utilización de los SIG, se requiere incluir didácticas con SIG en el currículum del programa de Administración Ambiental, sin embargo, este proceso implicaría amplios esfuerzos por parte de la administración y los profesores, aprender a utilizar una nueva tecnología, encontrar tiempo dentro del currículum y desarrollar unidades didácticas adecuadas con SIG según las temáticas abordadas en cada asignatura.

Como lo menciona Nieto, (2016). Algunas oportunidades y desafíos de la incorporación del SIG en el currículum son:

Oportunidades: incorporar los SIG en el currículum de educación, ofrecer a los profesores cursos de SIG –formación básica, talleres, seminarios-, incorporar los SIG a los libros de texto junto a materiales didácticos listos para usar (Nieto, 2016).

Desafíos: La falta de conocimiento y habilidades por parte de los profesores –ausencia de formación previa y durante su docencia-, la falta de tiempo para desarrollar las clases, la falta de materiales didácticos listos para usar, la falta de interés en usar TIC en sus clases, la falta de guías didácticas y el desconocimiento de la utilidad de los SIG (Nieto, 2016).

Acorde con lo anterior, educadores e investigadores en todo el mundo afirman que las TIG –incluyendo los SIG- son tecnologías clave para preparar a los estudiantes para ser los responsables de la toma de decisiones en el futuro (Kerski, 2008; Serral, Vinyoli, & Pons, 2010), citado por (Nieto, 2016, p. 39). Por ende, es muy importante incorporar los SIG en el currículum de la educación universitaria.

Para finalizar, el aporte de la guía a la formación académica de los estudiantes del programa Administración Ambiental, es notable, debido a que es una herramienta que facilita el proceso aprendizaje del alumno, es decir, la guía didáctica es una herramienta que complementa y proporciona al estudiante la posibilidad de que mejore la comprensión y el autoaprendizaje de un tema en específico.

9. CONCLUSIÓN

A lo largo de este trabajo investigativo se evaluó el nivel de apropiación teórica y práctica que presentan los estudiantes de Administración Ambiental en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica en las asignaturas de Quinto a Decimo semestre, en donde se identificó diferentes debilidades por parte de los estudiantes en el uso de los SIG entre las principales debilidades se encuentra el bajo nivel de apropiación de los conceptos básicos de cartografía y la poca habilidad en el manejo de los sistemas informáticos (computadores). Estas debilidades se presentan debido a que los estudiantes no utilizan los Sistemas de Información Geográfica con frecuencia, debido a esto, su competencia en el manejo de los SIG es baja. Además, no existe una herramienta de consulta sobre el manejo de los Sistemas de Información Geográfica en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, que permita a los estudiantes revisarla a la hora de desarrollar sus trabajos investigativos.

Por lo que se refiere a la poca habilidad en el manejo de los Sistemas Informáticos (computadores), en el currículum del programa académico de Administración Ambiental, no se incluye ninguna asignatura que esté orientada al aprendizaje de sistemas informáticos (computadores), debido a esto, los estudiantes no suplen las debilidades con las que ingresan a la universidad, generando así mayores retos a los docentes en la enseñanza de asignaturas como los Sistemas de Información Geográfica.

Por un lado, haciendo referencia a la integración de las asignaturas del programa de Administración Ambiental con los Sistemas de Información Geográfica, existe una fuerte relación entre ambos aspectos, sin embargo, se desarrollan muy pocos ejemplos prácticos en las asignaturas de quinto a décimo semestre que le permitan a los estudiantes reconocer las potencialidades del SIG, y a su vez, integrar información de otras asignaturas, con el fin de generar modelos de planificación ambiental para la toma de decisiones.

Por otro lado, es muy importante aclarar, que una de las principales limitantes a la hora de implementar los SIG en el sector educativo, se debe a la baja capacitación que reciben los docentes en estos temas. En ese orden de ideas, la mayoría de los docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales del programa académico Administración Ambiental, han tenido pocas orientaciones y/o capacitaciones en la enseñanza con SIG en sus asignaturas, por ende, se generan dificultades en el aprendizaje de los estudiantes en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, debido a que sus profesores implementan muy pocas didácticas con SIG en sus aulas de clase.

Finalmente, la Guía Didáctica con Sistemas de Información Geográfica aporta a el perfil ocupacional del Administrador Ambiental, a través de cinco ejemplos prácticos que contribuyen a el mejoramiento de las competencias del saber hacer en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta fundamental para la toma de decisiones en los procesos de ordenamiento territorial, proyecto de impacto ambiental, manejo y conservación de suelo y gestión de riesgo de desastres.



10. RECOMENDACIONES

Si los estudiantes de Administración Ambiental desean aprender con SIG, deben incluir los en sus actividades diarias, es decir, es sus actividades deportivas, culturales y hobbies. Por ejemplo, utilizar aplicaciones móviles para grabar los recorridos o georreferenciar lugares cuando realicen actividades al aire libre como caminar o montar en bici. También, pueden practicar con videos tutoriales o guías para mejorar sus habilidades o aprender nuevas cosas. En este orden de ideas, contribuirán a el mejoramiento de su razonamiento o inteligencia espacial y a su vez el manejo técnico en la utilización de los software.

Se recomienda a la Facultad de Ciencias Ambientales (FACA):

- Incluir didácticas con SIG en los microcurrículum del programa académico, con el objetivo que los estudiantes apliquen lo aprendido en el aula de clase mediante la utilización de los software.
- Capacitar a los docentes en Sistemas de Información Geográfica con el fin de que contribuyan positivamente en el desarrollo del pensamiento espacial en los estudiantes como soporte para el análisis de las problemáticas ambientales.
- Dictar cursos cortos en el manejo de los recursos informáticos, con el objetivo de contribuir a el mejoramiento de las debilidades que presentan los estudiantes al ingreso de la carrera. En ese orden de ideas, también se debe fortalecer la enseñanza del SIG en la FACA por medio de cursos cortos que le permitan a los estudiantes recordar conceptos y aprender nuevas técnicas y metodologías.



11. BIBLIOGRAFÍA

- Adeleke, A. (2017). Effects of Geographic Information System on the Learning of Environmental Education Concepts in Basic Computer-Mediated Classrooms in Nigeria. *IAFOR Journal of Education*, 5(3), [125-136]. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1162689>
- Aguilar, R. (2004). La Guía Didáctica, un Material Educativo para Promover el Aprendizaje Autónomo. Evaluación y Mejoramiento de su Calidad en la Modalidad Abierta y a Distancia de la UTPL. Universidad Técnica Particular de Loja. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED)*, 7(1-2), [179-192]. Recuperado de <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/1082/998>
- Alcaldía de Pereira. (2018). Recuperado de <http://www.pereira.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Alonso, et al. (2011). Dispositivos Móviles. EPSIG: Ingeniería de Telecomunicación. Universidad de Oviedo. Recuperado de http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf
- Barberán, P. (2016). Aspectos Jurídicos de las Aplicaciones Móviles (APPS). CEDRO. Recuperado de <https://www.acta.es/medios/informes/2016002.pdf>
- Concejo de Facultad de Ciencias Ambientales. (2006). Proceso de Modernización del Programa Administración del Medio Ambiente. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.
- De San Pedro, M. et al. (2014). Sistemas de Información Geográfica como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Solución de Problemas Ambientales. Universidad Nacional de La Patagonia Austral. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC [198-202] Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/41176/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Escobar, J. et al. (2008). Los Retos de la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica Integrados a la Gestión del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Universidad Nacional de Colombia. *Gestión y Ambiente*, 11(3), [125-136]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169420255011.pdf>
- Flores, V. (2014). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Enseñanza de la Geografía desde el Nivel Básico hasta Universitario. Una Nueva Experiencia Educativa en México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. Recuperado de <http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDESECUNDARIO/article/viewFile/843/824>
- Fundación Educacional Arauco (FUNDAR). (2001). ¿Cómo Hacer Guías Didácticas?. Recuperado de http://www.fundacionarauco.cl/_file/file_3881_gu%C3%ADas%20did%C3%A1cticas.pdf



- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Tercera Edición. Caracas. Instituto Universitario de Tecnología de Caripito y Servicios y Proyecciones para América Latina.
- Nieto, G. (2016). *Análisis de la Práctica Educativa con SIG en la Enseñanza de la Geografía de la Educación Secundaria. Un Estudio de Caso en Baden-Württemberg, Alemania*. (Tesis doctoral). Universitat de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado de <https://www.tesisenred.net/handle/10803/400097>
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform. España
- Ossa, C. (2016). *Teoría General de Sistemas: Conceptos y Aplicaciones*. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Ossa_Ossa/publication/316798670_Teoria_General_de_Sistemas_Conceptos_y_aplicaciones_2016_En_el_repositorio_de_la_UTP_se_encuentra_una_version_digital_httprepositorioutpeducodspacehandle110597424/links/591b2426a6fdcc701fd173e6/Teoria-General-de-Sistemas-Conceptos-y-aplicaciones-2016-En-el-repositorio-de-la-UTP-se-encuentra-una-version-digital-http-repositorioutpeduco-dspace-handle-11059-7424.pdf
- Sampieri, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta edición. México. McGraw-Hill Interamericana.
- Sastre, P (2010). *Sistemas de Información Geográfica. Técnicas Básicas para Estudios de Biodiversidad*. Recuperado de: http://media.wix.com/ugd/1c299f_c2bcafcbaa9c4cf7b68d1628b2f450d0.pdf
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2018). *Contenidos Programáticos del Programa Administración Ambiental*. Recuperado de <https://ambiental.utp.edu.co/contenidos-programaticos.html>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2016). *Facultad de Ciencias Ambientales*. Recuperado de <https://www.utp.edu.co/facultades/ambiental/historia.html>
- Universidad Tecnológica de Pereira, (2014). *Función de la Universidad*. Recuperado de <https://www.utp.edu.co/institucional/inicio>
- Valdivieso, C. Valdivieso, R. & Valdivieso, O. (2011). *Investigación & Desarrollo. Determinación del Tamaño Muestral Mediante el Uso de Árboles de Decisión*. (11). [148-176]. Recuperado de <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/iad/wpaper/0311.pdf>

11. ANEXOS

Anexo A. Cuestionario

El propósito de esta encuesta es obtener información para la elaboración del trabajo de grado
“Guía metodológica para el levantamiento, procesamiento y análisis de datos geográficos ambientales con aplicaciones móviles y software SIG”

1. Para usted ¿Qué son los Sistemas de Información Geográfica?
 - A. Son herramientas, técnicas y programas (software y hardware) utilizados para la distribución de información aleatoriamente por territorio, dando una representación por medio de una elaboración de cartografía. Estos contribuyen especialmente a los organismos estatales en la clasificación y manejo de la información espacial.
 - B. Son software y hardware, por medio de los cuales se organizar información espacial; para solucionar problemas de naturaleza geográfica, reproduciendo la realidad en forma de capas. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento.
 - C. Son una herramienta que permite la integración de tecnologías informáticas (software y hardware), como de personas, donde se destaca que la función principal que cumplen este tipo de tecnologías es la captura, análisis, edición, almacenamiento y representación de datos georreferenciados. Estos ofrecen apoyo para la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento.
2. ¿Qué uso le da al software de SIG?
 - A. Para elaborar mapas
 - B. Para realizar análisis
 - C. Visualizar información
 - D. Para realizar modelos
 - E. Todos los anteriores
3. De (1 – 5) ¿Qué tanto considera que los SIG son importantes en Administración Ambiental?
 - A. (5)- Muy importante
 - B. (4)- Importante
 - C. (3)- Poco importante



D. (2)- Sin importancia

E. (1)- Irrelevante

4. ¿Aplica los SIG en los trabajos académicos?

A. Si, porque los profesores me los exige en los trabajos.

B. Si, porque me gustan mucho los SIG

C. Los aplico poco.

D. No los aplico.

5. De la siguiente lista seleccione los software de SIG que más utiliza para elaborar mapas.

A. ArcGIS

B. QGIS

C. GvSIG

D. GRASS GIS

E. SAGA GIS

F. Otro ¿Cuál?

6. A la hora de elaborar un mapa ¿Qué fuentes consulta para obtener la información?

A. Geoportales Nacionales Oficiales (DANE, IGAC, IDEAM)

B. Geoportales Internacionales

C. Instituciones Públicas y Educativas

D. Otros ¿Cuál?

7. De la siguiente lista de aplicaciones móviles, ¿seleccione las que usted ha usado para la captura de datos geográficos?

A. Mi Ruta

B. Map My Tracks Sports GPS

C. Oruxmaps

D. Locus Map

E. OsmAnd



- F. Avenza Maps
- G. Memento Data Base
- H. Google Maps
- I. ¿Otra cuál?

8. ¿Qué tan hábil se considera en los SIG?

- A. Muy alta
- B. Alta
- C. Media
- D. Baja
- E. Muy baja

9. ¿Con qué frecuencia utiliza los SIG?

- A. 1 hora por semana
- B. 3 horas por semana
- C. 6 horas por semana
- D. 8 horas por semana
- E. Más de 8 horas por semana
- F. No uso frecuentemente los SIG

10. ¿En qué asignaturas considera usted deben aplicarse los SIG?

	Ecología aplicada		Evaluación de Impacto Ambiental
	Hidroclimatología		Desarrollo Territorial
	Geología		Gestión de Riesgo
	Práctica Ambiental Interdisciplinaria I		Gestión de Sistemas Ambientales Rurales
	Manejo y Conservación de suelos		Gestión de Sistemas Ambientales Urbanos
	Práctica Ambiental Interdisciplinaria II		Gestión Ambiental Empresarial
	Sistemas de Producción Agrícolas y Forestales		Práctica Ambiental Interdisciplinaria III
	Comunicación para el Desarrollo		Otra ¿Cuál?



11. ¿Cuáles son las principales limitantes a la hora de usar un software SIG?
- A. No tener computador
 - B. Poca habilidad en el manejo del software
 - C. Alta inversión en tiempo
 - D. Poca disponibilidad de datos SIG
 - E. Tipo de software
 - F. Otra ¿Cuál?
12. ¿Qué temas sobre SIG le gustaría aprender?



Anexo B. Guía de entrevista para los docentes de quinto a décimo semestre del programa académico Administración Ambiental

1. ¿Su asignatura requiere la aplicación de los Sistema de Información Geográfica (levantamiento de información geográfica, elaboración de mapas, análisis, etc)? ¿Por qué razón?
2. ¿En qué aspecto se puede integrar los Sistemas de Información Geográfica con su asignatura?
3. ¿Cómo ha sido el desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en su asignatura?
4. ¿En qué aspectos sobre SIG considera se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura?
5. ¿Cuáles considera que son las principales limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura?



Anexo C. Guía de entrevista para los docentes de la asignatura SIG

1. ¿Cuál es el desempeño que han tenido los estudiantes en el manejo de los sistemas informáticos (computadores) al ingresar a cursar la asignatura?
2. ¿Cuáles son las principales dificultades y fortalezas que presentan los estudiantes en el manejo de los sistemas informáticos (computadores)?
3. ¿En cuales temas debería fortalecerse la enseñanza de los SIG en el programa de Administración Ambiental?
4. ¿Qué ejemplos considera usted deberían incluirse en la Guía didáctica para Administradores Ambientales?
5. ¿Cuáles considera usted que son las siete asignaturas que mayor aplicabilidad tiene con los Sistemas de Información Geográfica?



Anexo D. Respuestas a la entrevista realizada a algunos docentes de quinto a décimo semestre del programa académico Administración Ambiental

Codificación	VAA5A3
Preguntas/Asignaturas	Sistemas de Información Geográfica
¿Cuál es el desempeño que han tenido los estudiantes en el manejo de los sistemas informáticos (computadores) al ingresar a cursar la asignatura?	<p>Es un desempeño muy disímil porque hay estudiantes que son muy buenos, muy hábiles, cacharreros, que les encanta explorar, son curiosos, conocen distintas herramientas, muchos ya han tenido algún tipo de contacto con SIG; otros, no saben manejar el computador, son hábiles para las redes sociales y no más. No saben seleccionar varios archivos al mismo tiempo, toca perder media sesión, ósea, una hora explicándoles como abrir un archivo comprimido. Entonces, así como hay estudiantes que llegan en muy buena condición, la mayor parte tiene vacíos significativos en el manejo del sistema operativo y en el manejo de herramientas básicas como Excel.</p> <p>Por otra parte, les falta mucho en la parte de ofimática y en el manejo de herramientas básicas de informática, por ejemplo; la parte de Excel, de descomprimir archivos y los tipos de formatos que hay en los SIG.</p>
¿Cuáles son las principales dificultades y fortalezas que presentan los estudiantes en el manejo de los sistemas informáticos (computadores)?	<p>Fortalezas, hay algunos que llegan con fortalezas, de resto más que todo traen debilidades. Las fortalezas que traen muchos son habilidades puntuales para el manejo de ciertos programas y para el manejo del sistema operativo. Otros, tiene la habilidad que más interesa, que es la capacidad de aprender rápidamente y de seguirle el hilo a lo que se está haciendo, hay muchos, la mayor parte no traen esa capacidad de aprender y querer aprender. No son adaptables, quieren todo hecho, todo completo, todo ya listo, y, el hecho de que un programa tenga una cierta curva de aprendizaje, pues les causa unas dificultades enormes.</p> <p>Las dificultades la falta de conocimiento en ofimática y las fortalezas es que cuando ya empiezan a trabajar en la parte de SIG, saben interrelacionar determinado tipo de capas dentro de un sistema.</p>
¿En cuales temas debería fortalecerse la enseñanza de los SIG en el programa de Administración Ambiental?	<p>El fortalecimiento debería estar principalmente en la aplicación, es decir, creo que las asignaturas deberían empezar a exigir el uso de SIG como una de las habilidades necesarias para el desarrollo de la asignatura. Que el SIG no se quede en la asignatura SIG, sino que empecemos a tener verdadera aplicación. Sería muy interesante que pudiéramos avanzar en la formulación de una electiva de SIG 2, digamos que se complemente lo que se hace hasta ahora, y que no se usa, que sería sobre todo la parte raster.</p> <p>Enfocarlos más a las versiones en línea (online) e igualmente a la toma de datos a través de dispositivos.</p>
¿Qué ejemplos considera usted deberían incluirse en la Guía didáctica para Administradores Ambientales?	<p>La guía puede ser tan amplia como los SIG. En ese sentido, se podría caer en la tentación de querer hacerlo todo. Me imagino la guía con una parte que cubra aspectos básicos de cartografía aplicada a los SIG, sobre todo aspectos de coordenadas proyecciones. Además de eso, la primera parte básica, podría contar con los fundamentos mínimos de SIG, lo que todo estudiante que se siente perdido después de haber visto la asignatura años después, en su tesis, pueda recurrir para volver a coger practica con los programas. Y, por otro lado, le agregaría una parte de aplicación a asignaturas, es decir, ejercicios concretos relacionados con determinadas asignaturas que van a requerir el uso de los SIG. Entonces así se cubrirían los</p>



Codificación	VAA5A3
Preguntas/Asignaturas	Sistemas de Información Geográfica
	<p>fundamentos y las aplicaciones.</p> <p>Buscar una interrelación de las diferentes materias que trabajan con cartografía y SIG e integrarlas en un mismo paquete dentro del mismo SIG.</p>
¿Cuáles considera usted que son las siete asignaturas que mayor aplicabilidad tiene con los Sistemas de Información Geográfica?	<p>Por ejemplo, Hidroclimatología, Geología, Gestión del Riesgo, Gestión de Sistemas Ambientales Urbanos, Gestión de Sistemas Ambientales Rurales, Sistemas de Producción Agrícolas y Forestales, Faunísticos y pecuarios. Yo creo que pasado cierto punto, casi todas las asignaturas. Lógicamente las prácticas Ambientales Interdisciplinaria.</p> <p>Geología, Hidroclimatología, Ecología, y digo que todas. La mayoría de los diferentes enfoques de la parte ambiental necesitan cartografía y SIG.</p>



Codificación	VAA3F3	VAA5B3
Preguntas/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	Geología
<p>¿Su asignatura requiere la aplicación de los Sistema de Información Geográfica (levantamiento de información geográfica, elaboración de mapas, análisis, etc.)? ¿Por qué razón?</p>	<p>Si, desde la Práctica Ambiental Interdisciplinaria I, el énfasis es el entendimiento de las condiciones biofísicas de un territorio, los estudiantes deben interpretar los mapas existentes, respecto a geología, ecosistemas y suelos. Los mapas que diferentes instituciones han generado deben interpretarlos, saberlos leer y comprender. Además, deben de levantar información primaria y elaborar algunos mapas.</p>	<p>La asignatura requiere el uso de Sistemas de Información Geográfica, especialmente porque son una herramienta muy valiosa para hacer tratamiento de cartografía. En Geología es necesario el uso de los SIG; porque necesitamos hacer representaciones del terreno en términos geológicos, por ejemplo; formaciones geológicas superficiales. Además, porque en los terrenos necesitamos representar procesos geológicos visibles y dinámicos que se van presentando en los territorios que estudiamos, por ejemplo; fenómenos de remoción en masa y procesos erosivos.</p> <p>También es importante resaltar que, en geología, nos interesan que los estudiantes, integren información haciendo usos de los SIG, no solo de información geológica sino también información que se relaciona con otros aspectos del territorio y con los paisajes, por ejemplo; Con el componente hidrológico y biótico, además con las poblaciones.</p> <p>Si requiere, porque las unidades de roca, los macizos rocosos necesitan espacializarse, y uno los espacializa a través de los mapas, pero dependiendo el objeto de estudio puede cartografiar fenómenos de remoción de masa (FRM) y procesos erosivos, eso, en términos, de los temas que se den acá de la materia geología. Lo ideal es que el estudiante salga con una habilidad de poder espacializar las rocas en mapas; lo mismo, los procesos erosivos y los FRM, ósea, que aprendan a espacializarlos y a leerlos. Pero también, hay otros temas que se trabajan en la materia que es importante que se espacialicen en mapas, como el tema de las amenazas "naturales", en términos de los procesos naturales que pueden suceder en un territorio; como son: inundaciones, erupciones volcánicas y el tema de sismicidad también se espacializa.</p>
<p>¿En qué aspecto se puede integrar los Sistemas de Información Geográfica con su asignatura?</p>	<p>Hay una integración casi completa porque tiene que ver mucho con el conocimiento de un territorio, y el conocimiento de un territorio debe hacer uso de una herramienta como el SIG. La información debe generarse no sólo de manera documental, sino también geográfica. Es un soporte fundamental para ésta asignatura.</p>	<p>Formaciones geológicas, proceso geológicos tipos de remoción en masa, procesos erosivos, como una representación cartográfica donde ocurren estos procesos.</p> <p>Además de que los estudiantes aprendan a leer los FRM, procesos erosivos y cuerpos rocosos, trata de que lo espacialicen a través de ejercicios que se hacen en la materia. La salidas permite que ellos vean el cuerpo de roca, el FRM, procesos erosivos y los traten de ubicar y espacializar en el mapa.</p>



Codificación	VAA3F3	VAA5B3
Preguntas/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	Geología
¿Cómo ha sido el desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en su asignatura?	Hay conocimientos recientes por estar viendo la asignatura SIG, entonces ellos entienden muchos procesos propios de la construcción de mapas, pero posiblemente como no la han terminado no se la saben todas. Están en ese procesos paralelo, pero si aplican los conocimientos de SIG en la materia.	Regular a bajo desempeño, debido a que venimos en una cultura que poco usamos lo que vamos aprendiendo, y especialmente porque los estudiantes vienen en una concesión en promedio, aunque hay jóvenes muy habilidosos en el tema y saben utilizar los Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo, la mayoría creen que los productos que necesitan sacar de un trabajo eso lo hace el SIG y no es así, el SIG se utiliza en función de quien lo esté utilizando y quien los necesite y sobre los resultados que esté esperando. Ellos manejan el software, pero les da mucha dificultad ya la ubicación en campo y la lectura del mapa en el campo. En esto presentan una deficiencia en la ubicación en el territorio con respecto al mapa. En cuanto al análisis es un 50% , 50%, hay algunos que saben leer la información, la saben ubicar, pero hay otros que no.
¿En qué aspectos sobre SIG considera se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura?	Lo que esperaría es que la información que se genere de Excel, en tablas, se realicen a partir de ahí análisis, lo que no se hace, pero los estudiantes si tienen capacidad para interpretar los mapas. No analizan las tablas de atributos con las que viene los mapas. La Fortaleza de los estudiantes es la lectura e interpretación de mapas.	La verdad es que yo no estoy en estos momentos en capacidad de dar una respuesta muy fiel a lo que busca la pregunta, debido a que yo no hago una evaluación a los estudiantes en Sistemas de Información Geográfica. Pero cuando veo los resultados del uso que le dan los estudiantes a los SIG; que básicamente, que es para hacer representaciones de figuras y mapas, si encuentro algunas debilidades, por ejemplo; manejo de las escalas, convenciones y leyendas. Pero mi principal crítica es que lo usan más como una herramienta de dibujo más que una herramienta de análisis. Ellos hacen el mapa, la lectura y la integración la hacen algunos, no todos.
¿Cuáles considera que son las principales limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura?	Puede ser el manejo de los software y obtención de información cartográfica.	Lo primero que tenemos que hacer me ha culpa los profesores, porque para que los estudiantes se desempeñen mejor en los que se les enseña, es ponerlos a que utilicen más SIG en sus trabajos académicos. Por eso mi pretensión cuando yo asigno un trabajo en geología, es que los estudiantes lo puedan integrar con ecología, hidrología y con otros aspectos que han visto por ejemplo en cultura. Pero igualmente con los Sistemas de Información Geográfica, con lo que han visto en cartografía y sensores remotos. Nosotros en las diferentes asignaturas, debemos elaborar guías de trabajos prácticos en el cual los estudiantes deban utilizar los Sistemas de Información Geográfica y la Cartografía y los Sensores Remotos. Si nosotros como profesores no le asignamos esos trabajos, en los cuales deban hacer uso de los SIG, los estudiantes no lo van a usar, a menos que tengan una particular pasión hacia ese tema. Por otra parte, por fuera de la sala de SIG de la FACA, no hay unas muy buenas posibilidades para que todos tengamos acceso a los software SIG de manera rápida y directa.



Codificación	VAA3F3	VAA5B3
Preguntas/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria I	Geología
		La práctica en terreno. De hecho, hay un limitante y es que no les formamos para utilizar mapas en físico, entonces están muy acostumbrados a lo digital; lo hacen un poco mecánico.

Codificación	VAA4E3	VIAA6B3
Preguntas/Asignaturas	Hidroclimatología	Manejo y conservación de Suelos
¿Su asignatura requiere la aplicación de los Sistema de Información Geográfica (levantamiento de información geográfica, elaboración de mapas, análisis, etc)? ¿Por qué razón?	Si, de lo que se hace, existe un parte del curso que es el análisis de la morfología o morfometría de cuencas, en la que, a partir de información cartográfica, los estudiantes pueden hacer cálculos que permiten identificar la tendencia de las cuencas a las crecientes, la pendiente media de una cuenca, la elevación media de una cuenca, la longitud máxima de las corrientes, el orden de la cuenca. Todo esto se puede hacer a partir de la aplicación de los SIG. Todo el tema de la información climática está amarrada a un punto donde se hace la captura de la información.	Esta asignatura necesita Sistemas de Información Geográfica, la idea final de esta asignatura en el ciclo de profesionalización del Administrador Ambiental; es que tenga los elementos suficientes para tomar decisiones en el modelo de ocupación de un territorio, es decir, principalmente el suelo y todas las actividades relacionadas con él. Por ende, es muy importante que los estudiantes aprendan a utilizar los Sistemas de Información Geográfica, con el fin que puedan generar evaluaciones eficientes de las tierras y tomar decisiones, en como modificar los conflictos de uso que se dan en ella, con sistemas de gestión ambiental adecuados.
¿En qué aspecto se puede integrar los Sistemas de Información Geográfica con su asignatura?	Muchos análisis del tipo hidrológico o morfológico se pueden hacer más y mejor a través de los SIG. Entre estos están los mencionados previamente, morfometría de cuencas, cálculos para identificación de tendencias de las cuencas a crecientes, longitud máxima de las cuencas, etc.	Principalmente en el modelo de evaluación de tierras.



Codificación	VAA4E3	VIAA6B3
Preguntas/Asignaturas	Hidroclimatología	Manejo y conservación de Suelos
¿Cómo ha sido el desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en su asignatura?	Algunos han hecho uso para hacer mapas, pero no análisis. Se quedan en la parte de mapas.	<p>Digamos que ellos tienen un proceso en el cual elaboran un Sistema de Información Geográfica. Generan una base del sistema natural (los suelos); con todas las variables de los levantamientos edafológicos, y después ejecutan una evaluación de tierras. La evaluación de tierras, se realiza con variables asociadas a polígonos con coordenadas geográficas, los estudiantes con estos datos, realizan un modelo de evaluación de tierras, es decir, determinan la aptitud, generan conflicto de uso del suelo y después generan el uso propuesto.</p> <p>Cabe aclarar que, todo este proceso no lo realizamos en un software SIG, pero lo hacemos en función de un mapa en físico y una base de datos en Excel, que no está georreferenciada, que no está en el computador, pero es un SIG.</p>
¿En qué aspectos sobre SIG considera se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura?	Elaboración de mapas temáticos.	<p>Las fortalezas que tienen todos, el uso del computador y el celular para obtener y consultar información (Las nuevas TIC's).</p> <p>Las principales debilidades son; manejo de cartografía y bases de datos. Y en relación a las bases de datos, la principal debilidad es no saber consultarlas.</p>
¿Cuáles considera que son las principales limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura?	No tengo información como para saberlo porque no les he preguntado. Realmente no sé si es un tema de que no lo sepan o de que no lo quieran hacer.	Principalmente es la conceptualización, debido a que, desafortunadamente pareciera que el SIG hace milagros, pero el SIG es solo una herramienta que responde a un modelo conceptual. Si se tiene claro el modelo conceptual que vas a medir en el territorio, utilizas una herramienta que te facilite el proceso y ese es un SIG. No el SIG como el fin de los análisis y en la medida que se tenga basura en el SIG generas basura, por ende, se debe revisar la calidad de las fuentes de los datos. Pues es muy común, que combinen un estudio detallado con uno general, un mapa 1:100000 con un mapa 1:25000 y no pasa nada, y hay conceptualmente hay falencias para la toma de decisiones.



Codificación	VIIIAA6F3	VIIIAA8B3
Preguntas/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria II	Evaluación de Impacto Ambiental
<p>¿Su asignatura requiere la aplicación de los Sistema de Información Geográfica (levantamiento de información geográfica, elaboración de mapas, análisis, etc)? ¿Por qué razón?</p>	<p>En la Práctica Ambiental Interdisciplinaria II se recomienda que los estudiantes tengan y hagan uso de una cartografía básica de las áreas de estudio y/o zonas de estudio, con el fin de tener una mirada geográfica desde el espacio, entendiendo él espacio como un lugar de observación. El cual está compuesto por un conjunto de elementos como los son; los suelos, los usos de los suelos, la hidrografía del territorio, las características geomorfológicas, etc.</p> <p>Por otra parte, en esta asignatura se pretende interpretar los mapas desde diferentes miradas, por ejemplo; desde el valor histórico, social, no solamente el valor físico que tiene los mapas. Los mapas son más que un fin, son un medio para entender y comprender los cambios, las transformaciones en el paisaje; cultural y social, como también en sus tensiones de carácter ecológico. Por ende, considero que desde la mirada de la Práctica II; Administrador Ambiental que no se apropie de los Sistemas de Información Geográfica, que no tenga en su caja de herramienta este tipo de recurso no podrá ser Administrador Ambiental, porque lo ambiental es sinónimo del territorio y por lo tanto los SIG son auxiliares muy importantes en la formación integral y también en la dimensión interdisciplinaria del Administrador Ambiental.</p>	<p>Si, dentro de la Evaluación de Impacto Ambiental, los SIG pueden cumplir varias funciones; Por un lado pueden estar en la descripción del proyecto y planteamiento del proyecto que generalmente se elabora con cartografía.</p>
<p>¿En qué aspecto se puede integrar los Sistemas de Información Geográfica con su asignatura?</p>	<p>En la Práctica II es clave, en cuanto que en esta asignatura convergen multidisciplinaria de miradas, recursos, formas de pensar, analizar, interpretar, las cuales deben ser estudiadas y representadas a través de mapas; no solo mapas de carácter biofísico, sino también mapa políticos, mapas de actores, con el fin estudiar no solo el comportamiento del ecosistemas, sino también el comportamiento de los actores sociales, políticos y económicos que confluyen en los territorio y/o zonas de estudio.</p>	<p>Se pueden integrar en varios aspectos, uno de ellos es la descripción de la línea base; en la cual se hace un ejercicio de coberturas (elaboración de cartografía básica), hasta ahí son básicamente mapas. Pero hay un proceso que es de interpretación ya es de análisis, que es la zonificación ambiental. En la zonificación ambiental, es cruzar las coberturas y a partir de ese cruce elaborar un mapa, que contenga las de zonas de prohibición, zonas de restricción y zonas sin restricción, es un ejercicio teórico-práctico que los estudiantes pueden hacer.</p>



Codificación	VIIAA6F3	VIIIAA8B3
Preguntas/Asignaturas	Práctica Ambiental Interdisciplinaria II	Evaluación de Impacto Ambiental
¿Cómo ha sido el desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en su asignatura?	<p>Deficiente, deficiente y deficiente, simplemente apelan a los mapas como apelarse a usar un cepillo de dientes; se usa y se pone ahí. No se escarban, no hay arqueología de esos mapas, no hay excavaciones, simplemente se copia, se pega y se cumple con el requisito de tener un mapa en los trabajos.</p> <p>Hace falta más análisis, contrastes de la información contenida en los mapas, es decir, hace falta sacarle el jugo a los datos que tienen los mapas. No sé si hace falta metodologías que le permitan a los estudiantes levantar información por sí mismos, para elaborar sus propios mapas. También es importante que los estudiantes no se queden en los modelos clásicos y convencionales a la hora de elaborar mapas, también hay que utilizar la cartografía social y los mapas parlantes.</p>	<p>Es diferenciado en los semestres pasados era un poco distante, pero este semestre (2018-2), los estudiantes curiosamente han representado su información en SIG y ha sido muy interesante, porque han elaborado como sus propias capas y es muy llamativo.</p>
¿En qué aspectos sobre SIG considera se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura?	<p>El desempeño que tiene los estudiantes en el uso de los Sistemas de Información Geográfica en la asignatura es muy deficiente, como lo mencioné en la pregunta anterior.</p>	<p>No tendría elementos para eso, debido a que desde el inicio no se incorporó en los criterios para la evaluación de la asignatura. Simplemente algunos elaboran mapas en una hoja de papel, otros lo hacen utilizando algún software SIG, pero nunca sea incorporado el uso de los SIG como criterios de evaluación.</p>
¿Cuáles considera que son las principales limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura?	<p>Hace falta que los estudiantes pongan a dialogar los mapas con textos, con planteamiento problemas, con series, con líneas del tiempo, con base de datos, etc. Por otra parte, es importante incorporar mucho más la georreferenciación en el que hacer de la Práctica Interdisciplinaria II.</p>	<p>Es igual a la respuesta anterior, debió a que, no se cuántas asignaturas tiene como requisito SIG para poder cursarla. Una recomendación de ustedes, puede ser que después de ver las asignaturas SIG y Cartografía y Sensores Remotos, los estudiantes presenten sus trabajos en un Sistema de Información Geográfica.</p>

Codificación	IXAA9A3	XAA9E3
Preguntas/Asignaturas	Gestión del Riesgo	Práctica Ambiental Interdisciplinaria III
¿Su asignatura requiere la aplicación de los Sistema de Información Geográfica (levantamiento de información geográfica, elaboración de mapas, análisis, etc)? ¿Por qué razón?	La aplicación de los SIG en la Gestión del Riesgo es muy importante, debido a que, para llegar a determinar Escenario de Riesgo de Desastre necesitamos hacer tratamiento de cartografía. No solamente para elaborar mapas de amenaza y vulnerabilidad, sino además, para elaborar modelos de tal manera que se nos presenten los posibles potenciales de daños y pérdidas, que pueden representar posibles escenarios de riesgo. Debido a diferentes tipos de amenazas, en una población particular, es decir, en territorios concretos.	En el caso de Práctica Interdisciplinaria III, nosotros pretendemos que los estudiantes antes de llegar a una propuesta de gestión, realicen una representación del territorio, es decir, determinen su estado ambiental y para ello es indispensable la cartografía y los SIG. Además, Práctica Ambiental Interdisciplinaria III, está en la fase de gestión y su fin último es que el Administrador Ambiental pueda integrar toda la información de un territorio y analizar la problemática ambiental, y con base a esa problemática ambiental, construir líneas estratégicas de gestión. Pero sin tener un Sistema de Información Geográfico; actualizado, con buenos datos, indicadores, buen seguimiento y control, este proceso de gestión no se podrá hacer, entonces resulta fundamental el uso de los SIG en todo este proceso.
¿En qué aspecto se puede integrar los Sistemas de Información Geográfica con su asignatura?	Mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Además, modelaciones utilizando Sistemas de Información Geográfica, con respecto a escenario de riesgo.	Representación del territorio como un sistema ambiental y su estado ambiental, antes de proponer cualquier propuesta de gestión ambiental.
¿Cómo ha sido el desempeño que han tenido los estudiantes con el uso de los Sistemas de Información Geográfica en su asignatura?	Regular a bajo desempeño, debido a que venimos en una cultura que poco usamos lo que vamos aprendiendo, y especialmente porque los estudiantes vienen en una concesión en promedio, aunque hay jóvenes muy habilidosos en el tema y saben utilizar los Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo, la mayoría creen que los productos que necesitan sacar de un trabajo eso lo hace el SIG y no es así, el SIG se utiliza en función de quien lo esté utilizando y quien los necesite y sobre los resultados que esté esperando.	En Práctica III, Nulo, se les olvida, no toman un mapa no le dan valor agregado, solo es el copi y pegue y listo. Cabe resaltar, que utilizan mapas para mostrar la localización de la zona de estudio, pareciera que nunca hubieran cursado la asignatura SIG.
¿En qué aspectos sobre SIG considera se desempeñan mejor los estudiantes en su asignatura?	La verdad es que yo no estoy en estos momentos en capacidad de dar una respuesta muy fiel a lo que busca la pregunta, debido a que yo no hago una evaluación a los estudiantes en Sistemas de Información Geográfica. Pero cuando veo los resultados del uso que le dan los estudiantes a los SIG; que básicamente, que es para hacer representaciones de figuras y mapas, si encuentro algunas debilidades, por ejemplo; manejo de las escalas, convenciones y leyendas. Pero mi principal crítica es que lo usan más como una herramienta de dibujo más que una herramienta de análisis.	En Práctica III, se les olvida todo no sé por qué. En esta asignatura, los estudiantes podrían tomar cada uno de los subsistemas y hacer índices, correlaciones, llevarlos al territorio, ver en su zona de trabajo como esos índices se comportan, hacer proyecciones, todo esto es un Sistema de Información Geográfica. Lastimosamente la mayoría de los estudiantes no lo hacen.



Codificación	IXAA9A3	XAA9E3
Preguntas/Asignaturas	Gestión del Riesgo	Práctica Ambiental Interdisciplinaria III
<p>¿Cuáles considera que son las principales limitantes de los estudiantes a la hora de utilizar los SIG en su asignatura?</p>	<p>Lo primero que tenemos que hacer me ha culpa los profesores, porque para que los estudiantes se desempeñen mejor en los que se les enseña, es ponerlos a que utilicen más SIG en sus trabajos académicos. Por eso mi pretensión cuando yo asigno un trabajo en geología, es que los estudiantes lo puedan integrar con ecología, hidrología y con otros aspectos que han visto por ejemplo en cultura. Pero igualmente con los Sistemas de Información Geográfica, con lo que han visto en cartografía y sensores remotos. Nosotros en las diferentes asignaturas, debemos elaborar guías de trabajos prácticos en el cual los estudiantes deban utilizar los Sistemas de Información Geográfica y la Cartografía y los Sensores Remotos. Si nosotros como profesores no le asignamos esos trabajos, en los cuales deban hacer uso de los SIG, los estudiantes no lo van a usar, a menos que tengan una particular pasión hacia ese tema.</p> <p>Por otra parte, por fuera de la sala de SIG de la FACA, no hay unas muy buenas posibilidades para que todos tengamos acceso al software SIG de manera rápida y directa.</p>	<p>La verdad es que se pueden pensar varias cosas, por ejemplo; no lo tienen claro el potencial que puede tener un Sistema de Información Geográfica, desconocen ciertas formas de utilizarlo o realmente no les parece que sea útil. Pareciera que esas asignaturas como los Sistemas de Información Geográfica quedaron en la fase de fundamentación, pero no tienen expresión real en el que hacer del estudiante en semestres superiores.</p>



ANEXO E. Guía Didáctica para el Levantamiento, Procesamiento y Análisis de Datos Geográficos Ambientales con Aplicaciones Móviles y Software SIG.

CAPITULO 1.

FUNDAMENTOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA

En este capítulo tiene como fin exponer los principales conceptos básicos de cartografía que deben emplearse en la elaboración de mapas.

1. CONCEPTOS TEÓRICOS

- 1.1 ¿Cuál es la forma de la tierra?
- 1.2 ¿Cómo se representa la forma de la tierra?
- 1.3 ¿Qué es el Datum?
- 1.4 ¿Cuál es el sistema global de referencia?
- 1.5 ¿Cuál es el sistema local de referencia para Colombia?
- 1.6 ¿Qué son los sistemas de coordenadas?
- 1.7 Principales sistemas de coordenadas
- 1.8 ¿Cuáles son las diferencias entre un sistema de coordenadas geográfica y un sistema de coordenadas planas?
- 1.9 Proyecciones Cartográficas.

2. EJERCICIOS PRÁCTICOS

Proyectar un archivo Shapefile de coordenadas geográficas a coordenadas planas

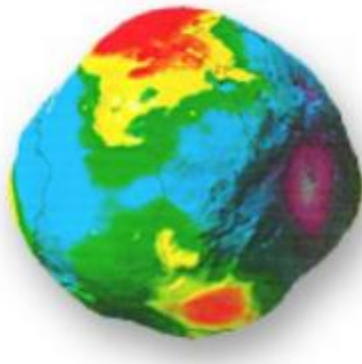
- 2.1 Verificar el sistema de coordenadas de referencia (SCR) del Proyecto y del archivo Shapefile (shp).
- 2.2 Definir el origen del nuevo sistema de coordenadas de referencia
- 2.3 Proyectar
- 2.4 Errores frecuentes al proyectar una coordenada
- 2.5 Nomenclaturas como el software QGIS reconoce los cinco orígenes de coordenadas planas vigentes para Colombia.

1. CONCEPTOS TEÓRICOS

1.1 ¿Cuál es la forma de la tierra?

La Tierra es un cuerpo tridimensional con aspecto cercano a la esfera, achatada por los polos y ensanchada por la línea del Ecuador, semejante a una figura geométrica denominada elipsoide. Sin embargo, la forma real de la Tierra no es una esfera, es un **geoide** cuya superficie irregular coincide con la que resultaría al prolongar por debajo de las superficies continentales, los mares y océanos en calma. Instituto Geográfico Nacional, Gobierno de España (s.f).

Figura 1: Geoide

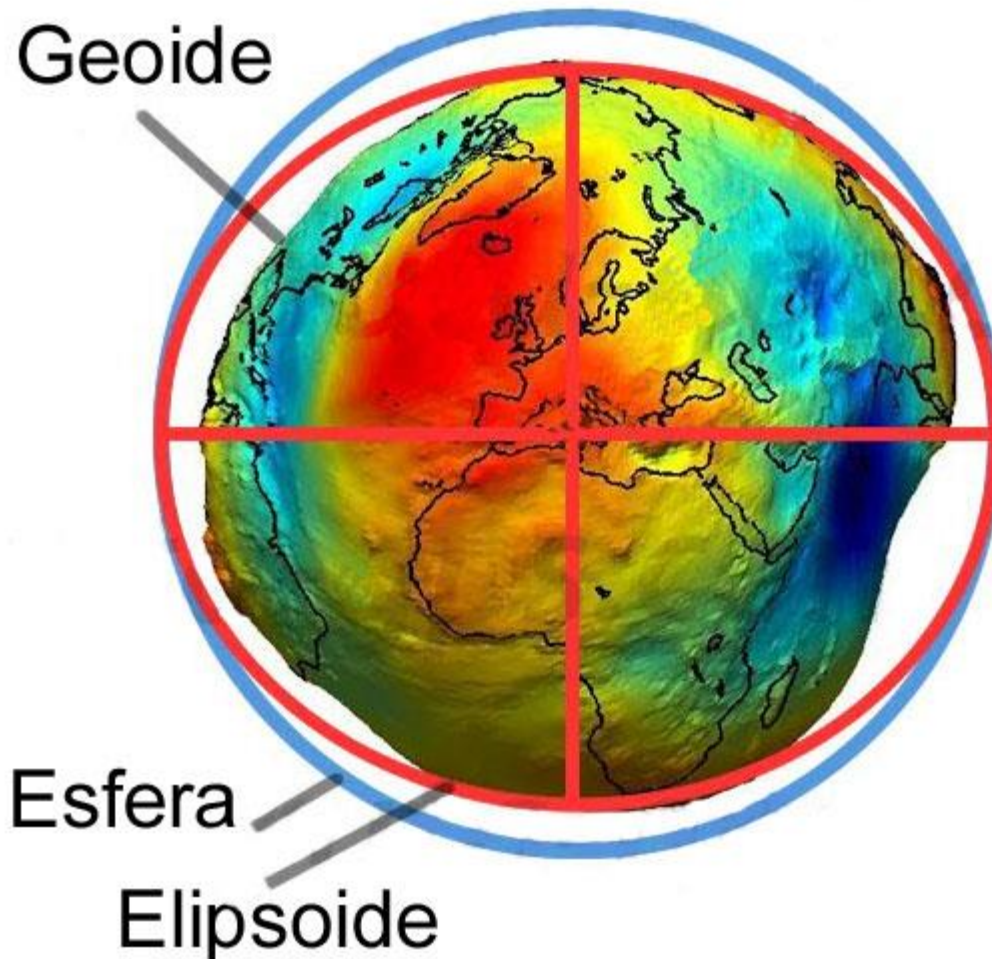


Instituto Geográfico Nacional, Gobierno de España (sf).

1.2 ¿Cómo se representa la forma de la tierra?

El **elipsoide** es la superficie geométrica que más se adapta a la superficie real de la Tierra (geoide), es decir, es empleado para hacer una aproximación a la forma de la tierra, usado como base para la definición de una cuadrícula de coordenadas de acuerdo con una proyección cartográfica (Blanco, 2014).

Figura 2: Elipsoide



Antón, A. (2019).

1.3 ¿Qué es el Datum?

Es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre con los cuales las mediciones de la posición son tomadas y esta asociada a un modelo de la forma de la Tierra (elipsoide). El Datum es útil para que un Sistema de Coordenadas Geográficas represente fielmente la superficie de la Tierra y salve las irregularidades de la misma, debido a que esta no es esférica. Aunque existe un Datum global, cada continente o país ha definido su propio Datum para adaptar mejor el Sistema de Coordenadas Geográficas a su superficie. Por tanto, las coordenadas geográficas no suelen ser universales, sino que son relativas al Datum de referencia elegido (AristaSur, 2019).

1.4 ¿Cuál es el sistema global de referencia?

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, con el propósito de unificar la plataforma de referencia para la definición de coordenadas a nivel mundial, implementó la serie de elipsoide de referencia WGS (World Geodetic System o Sistema geodésico mundial), donde la versión más actualizada de este sistema de referencia es WG84, cuya características

principal es que su origen de coordenadas es geocéntrico, es decir, permiten localizar cualquier punto de la tierra sin necesidad de otro punto de referencia (IGA, 2004).

1.5 ¿Cuál es el sistema local de referencia para Colombia?

En Colombia, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, organismo nacional encargado de determinar, establecer, mantener y proporcionar los sistemas de referencia geodésico, gravimétrico y magnético (Decretos No. 2113/1992 y 208/2004), adoptó el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (MAGNA), teniendo en cuenta el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS). Es decir, que el Datum oficial para Colombia fue denominado convencionalmente **MAGNA-SIRGAS**, debido a que está compuesto por 60 estaciones de GPS, de las cuales 8 son vértice SIRGAS y 16 corresponden con la red geodinámica CASA (Central And South América GPS Project o Proyecto GPS para Centro y Sudamérica). (IGA, 2004).

Análogamente, el sistema de coordenadas de referencia definido para Colombia por el IGA es **MAGNA-SIRGAS**, donde este sistema se encuentra dividido por cinco orígenes de coordenadas, de acuerdo con su posición geográfica. En la figura 1, se visualizan los orígenes existentes en Colombia, los cuales disminuyen o aumentan en 3° grados en su longitud. Es importante resaltar que el principal origen para Colombia es Bogotá.

Los orígenes para Colombia son:

MAGNA-SIRGAS / Colombia West-West zone (Para el origen Oeste-Oeste)

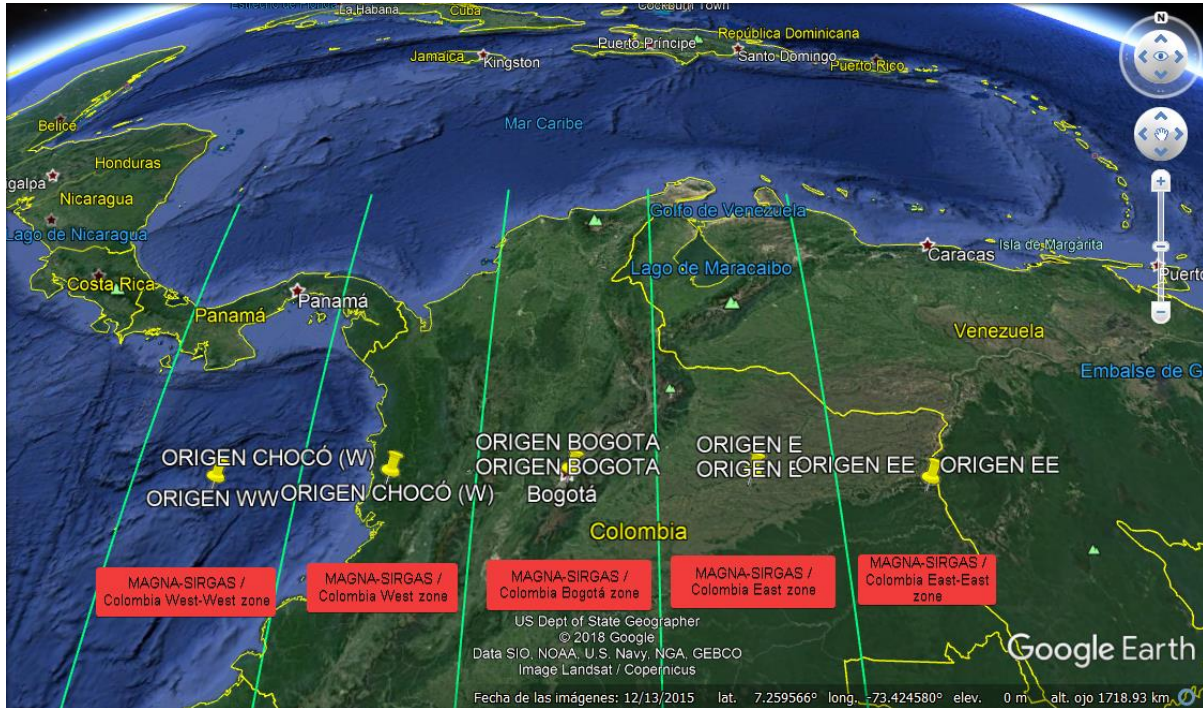
MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone (Para el origen Oeste)

MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá zone (Para el origen Bogotá)

MAGNA-SIRGAS / Colombia East zone (Para el origen Este)

MAGNA-SIRGAS / Colombia East-East zone (Para el origen Este-Este)

Figura 3: Los cinco orígenes de coordenadas para Colombia, de acuerdo con su posición geográfica.



Fuente: Elaboración Propia.

1.6 ¿Qué son los sistemas de coordenadas?

Para explicar este concepto se plantea el siguiente ejemplo; Generalmente los datos (matemáticos, estadísticos, físicos, entre otros) están formados por un conjunto de números. Los datos espaciales son similares, pero a diferencia de los anteriores, permiten ubicar cualquier objeto sobre un punto determinado de la superficie terrestre. Esto es posible debido a que existe un marco de referencia de datos espaciales que permite localizar objetos o elementos sobre la superficie terrestre, es decir, un sistema de coordenadas, Esri, (2018).

1.7 Principales sistemas de coordenadas

Los sistemas de coordenadas pueden ser de dos tipos; sistema de coordenadas geográficos y sistema de coordenadas proyectadas, denominado coordenadas cartesianas o planas.

Los sistemas de coordenadas geográficos (GCS), se encuentran expresados en grados decimales o en mediciones angulares, que miden los grados de la longitud (coordenadas X) y los grados de la latitud (coordenadas Y). Es importante aclarar, que la ubicación de los datos se expresa en forma de números positivos o negativos: valores (X e Y) positivos para el norte del ecuador y el este del meridiano base, y valores negativos para el sur del ecuador y el oeste del meridiano base.

Por otra parte, un sistema de coordenadas proyectadas o plana (PCS) es una representación plana, bidimensional de la tierra. Se basa en un sistema de coordenadas geográficas esféricas o esferoidales, pero utiliza unidades lineales (metros o pies) para las coordenadas, de forma que los cálculos de distancia y área se pueden realizar fácilmente en términos de esas mismas unidades. Además, las coordenadas de longitud y latitud se convierten en coordenadas (X e Y) en la proyección plana. La coordenada (X) representa normalmente la orientación hacia el este de un punto y la coordenada (Y) representa normalmente la dirección hacia el norte de un punto. La línea central que va de Este a Oeste se denomina eje (X), y la línea central que va del Norte al Sur se denomina eje (Y), IBM Knowledge Center (s.f).

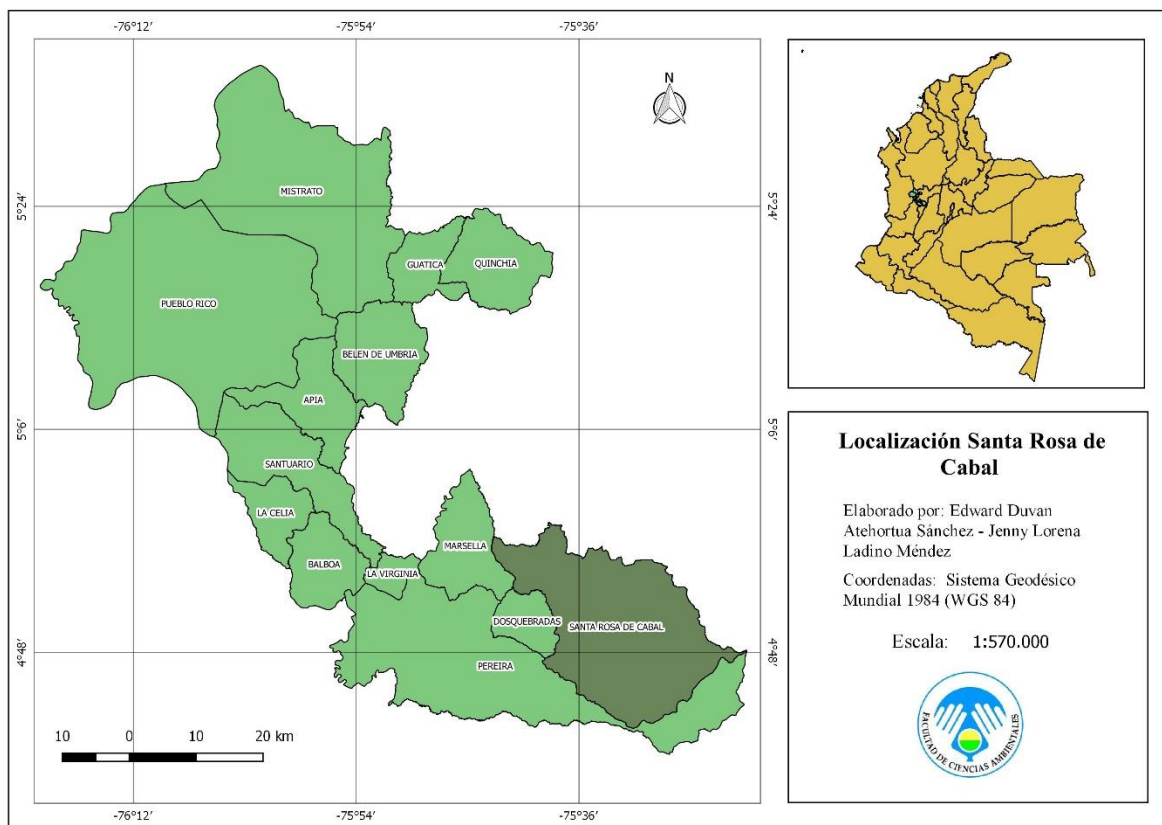
1.8 ¿Cuáles son las diferencias entre un sistema de coordenadas geográfica y un sistema de coordenadas planas?

Las coordenadas geográficas indican localización sobre la superficie curva terrestre, en Latitud y Longitud, y su medida son en grados, minutos y segundos o grados decimales. Por ejemplo, las coordenadas geográficas se expresan así:

4°48'51.4"N 75°41'40.8"W

4.814283, -75.694652

Figura 4: Ejemplo de un mapa con coordenadas geográfica

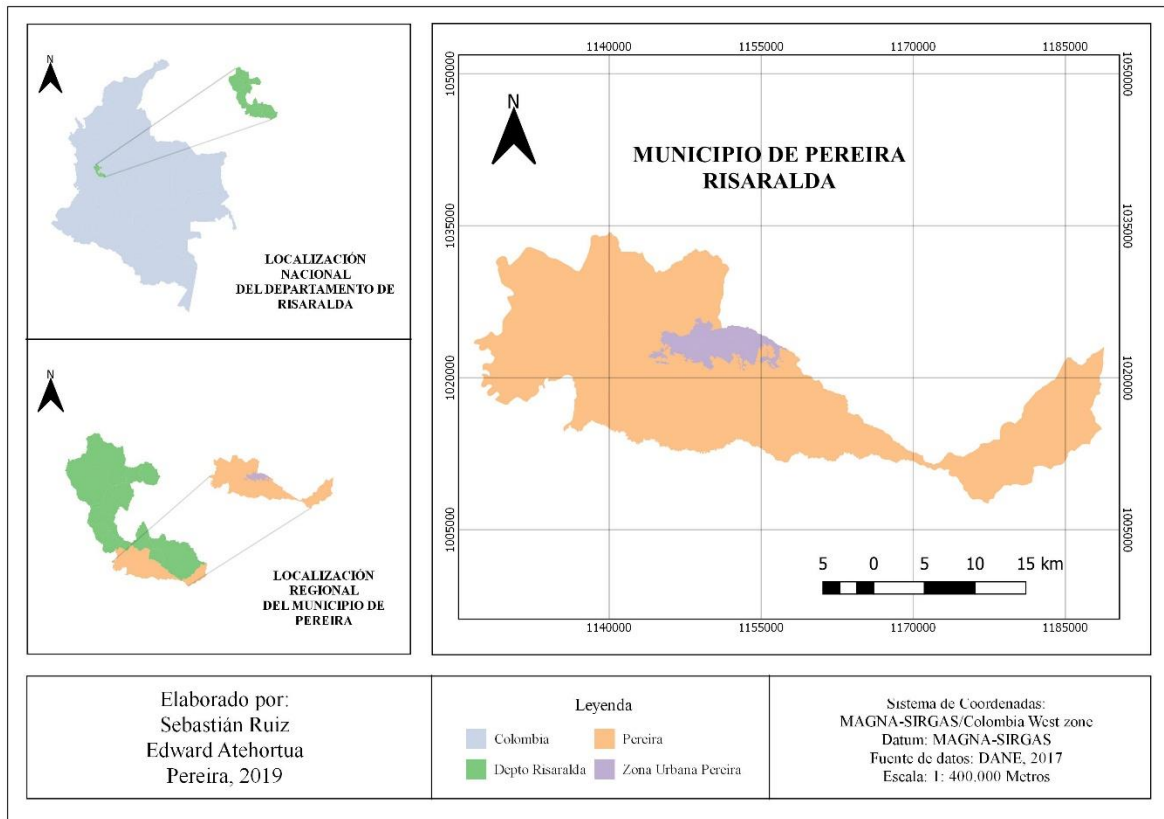


Fuente: Atehortua & Ladino. 2017

Por otra parte, los mapas sobre papel son planos, entonces para localización sobre mapas hay que “proyectar” las coordenadas a una cuadrícula plana (X e Y). Las coordenadas planas usan generalmente en unidades de metros, kilómetros y pies. Ejemplo de coordenadas planas para Colombia:

1020000, 1155000 metros

Figura 5: Ejemplo de un mapa con coordenadas planas



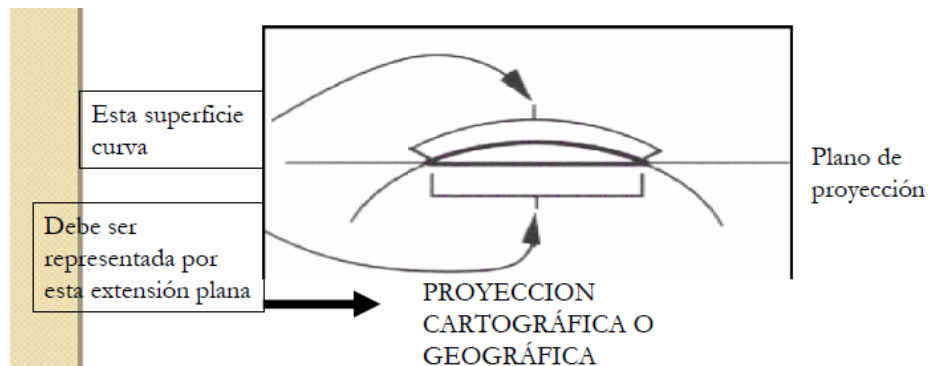
Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, una coordenada geográfica se diferencia de una coordenada plana, debido a que las unidades de las coordenadas geográficas se expresan en grados, minutos y segundos o grados decimales ($4^{\circ}48'51.4''N$ $75^{\circ}41'40.8''W$). Por el contrario, las unidades de las coordenadas planas son expresadas en unidades de metros, kilómetros y pies (1020000, 1155000 metros).

1.9 Proyecciones Cartográficas

Las proyecciones cartográficas son uno de los métodos más comunes para representar la superficie tridimensional de la Tierra o de cualquier otro cuerpo redondo en un plano de dos dimensiones, Claseshistoria, (2019). Las proyecciones cartográficas, permiten realizar transformaciones matemáticas que permiten representar (proyectar) a la esfera en el plano, y convertir las coordenadas geográficas (latitud & longitud) en coordenadas cartesianas (x e y) Snaider, (2010).

Figura 6: Proyección Cartográfica



Fuente: Snaider, (2010).

Los principales tipos de proyecciones son: Cónicas, Cilíndricas y Polares o Planas

Figura 7: Principales tipos de Proyecciones Cartográficas



Fuente: CarpetaPedagogica, 2014.

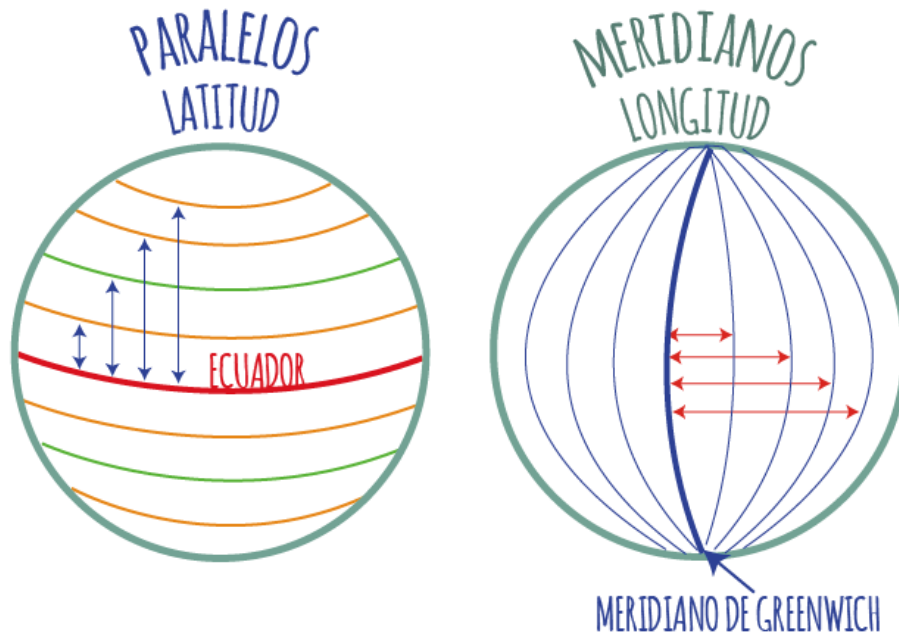
Proyección Cónica: Son proyecciones construidas a partir de un cono, donde los meridianos se juntan en un punto y los paralelos son curvos. Las distorsiones que se generan utilizando esta proyección son asimétricas, que afecta en gran medida a las zonas polares, pero ofrece aceptable precisión en las zonas del hemisferio donde el cono de proyección es tangente. Snaider, P. (2010).

Esta proyección es utilizada, preferentemente para representar aquellos países que se encuentran en las regiones de latitudes medias, por se menor la distorsión resultante.

Proyección Cilíndrica: Son proyecciones construidas a partir de un cilindro, donde los paralelos y meridianos son rectos. Esta proyección permite representar toda la superficie terrestre, sin embargo, la menor deformación es la línea ecuatorial. Debido a esto, es una de las proyecciones utilizadas para países como Colombia, donde la proyección cilíndrica empleada es la universal transversal de Mercator (UTM). Snaider, P. (2010).

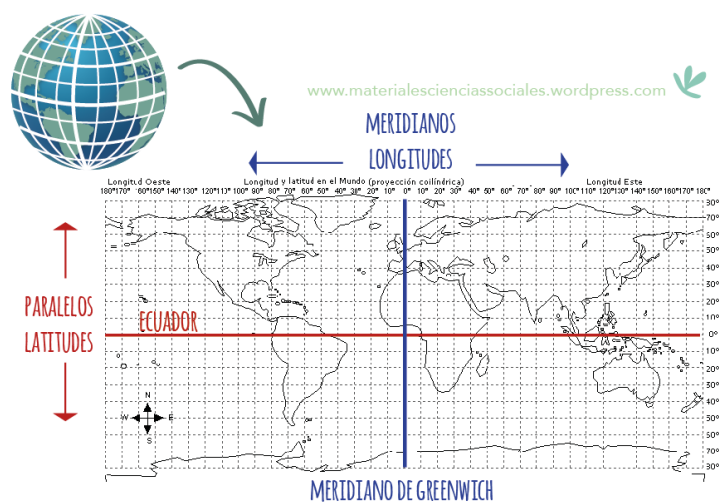
Proyecciones Polares o Planas: Son proyecciones construidas a partir de un plano, donde se representa un hemisferio y su línea externa es un círculo. Snaider, P. (2010).

Figura 8: Paralelos y Meridianos



Fuente: Abella, (2014).

Figura 9: Paralelos y Meridianos



Fuente: Abella, (2014).

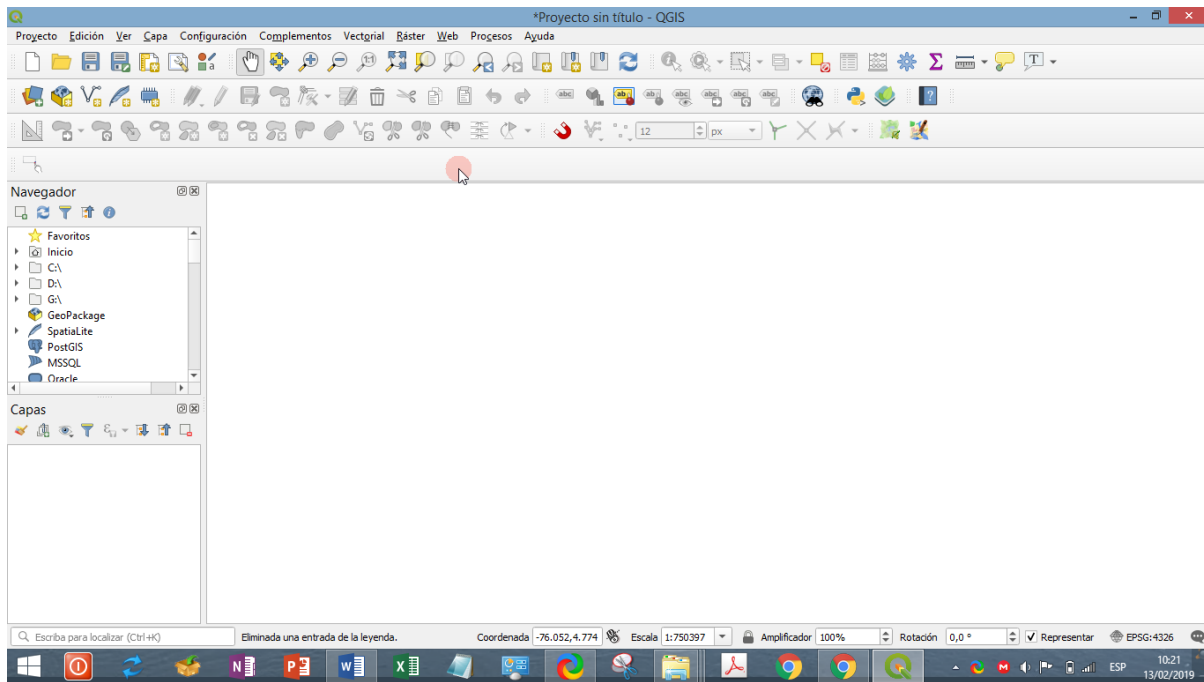
2. EJERCICIOS PRÁCTICOS

Proyectar un archivo Shapefile de coordenadas geográficas a coordenadas planas

2.1 Verificar el sistema de coordenadas de referencia (SCR) del Proyecto y del archivo Shapefile (shp).

Paso 1: Abrir el software QGIS

Figura 10: Interfaz de QGIS



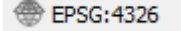
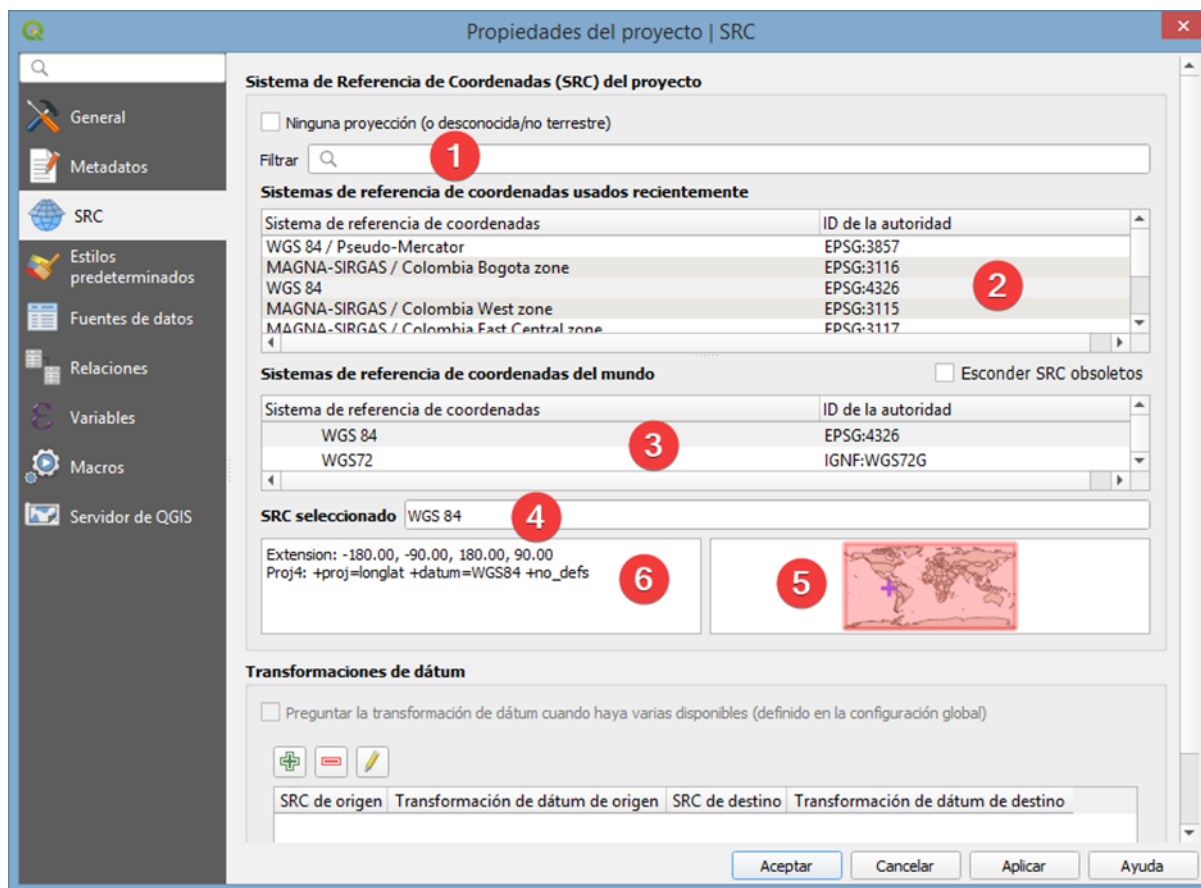
Paso 2: Dar clic en el botón  el cual está ubicado en la parte inferior izquierda de la ventana de visualización del programa.

Figura 11: Propiedades del SRC

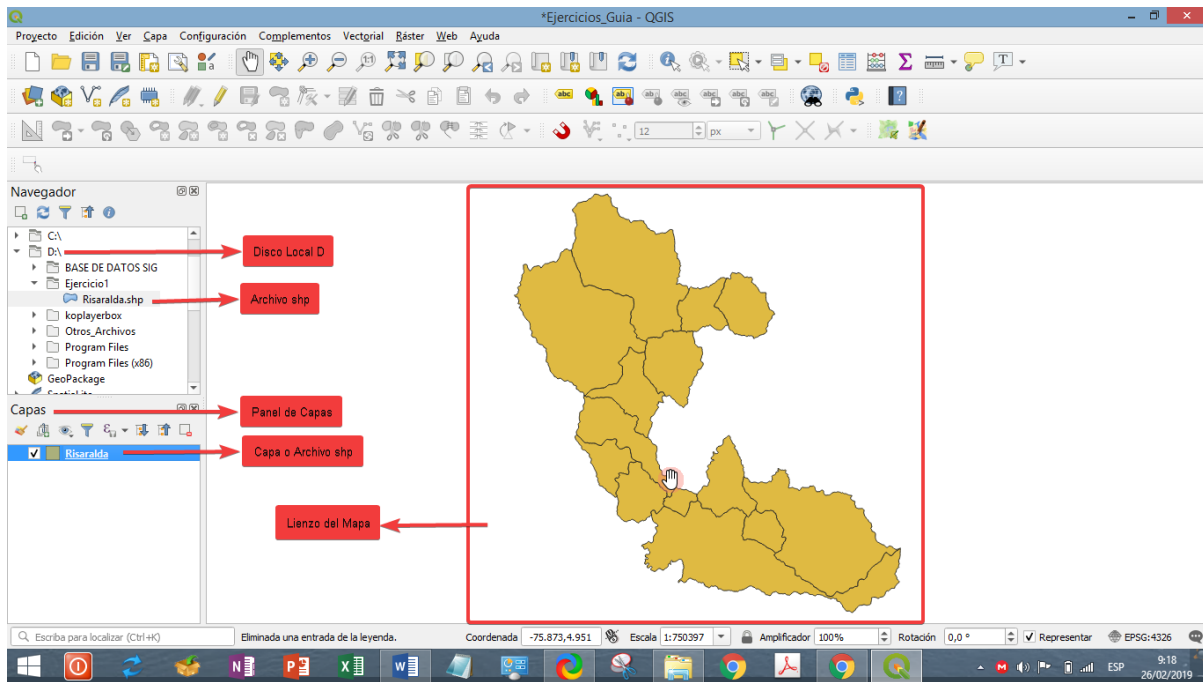


Nota: En la ventana que se visualiza (figura 11), el número (1), es el filtro para buscar un sistema de coordenadas. (2), sistemas de coordenadas utilizado recientemente. (3) sistema de coordenadas del mundo. (4), sistema de coordenadas actual. (5), cobertura del sistema de coordenada o área de aplicación. (6), información del sistema de coordenada actual.

Es decir, que el sistema de coordenadas en el cual esta definido el proyecto son coordenadas geográficas (WGS84) y el código que lo identifica es EPSG:4326. Es muy importante verificar el sistema de coordenadas en el cual se va a desarrollar el trabajo, para evitar problemas en el manejo de los archivos, debido que estos deben estar definidos en el mismo sistema de coordenadas del proyecto para un correcto funcionamiento del programa.

Paso 3: Cargar un archivo o capa shp a QGIS. El archivo shp utilizado en el presente ejemplo fue descargado del Geoportal del DANE, entidad en cargada de integrar la información estadística y geoespacial del país. Para ingresar al Geoportal del DANE haga clic en el siguiente link (<https://geoportal.dane.gov.co/?descarga-marco-geoestadistico-nacional>). Los datos shp que se descargaron son los del Departamento de Risaralda.

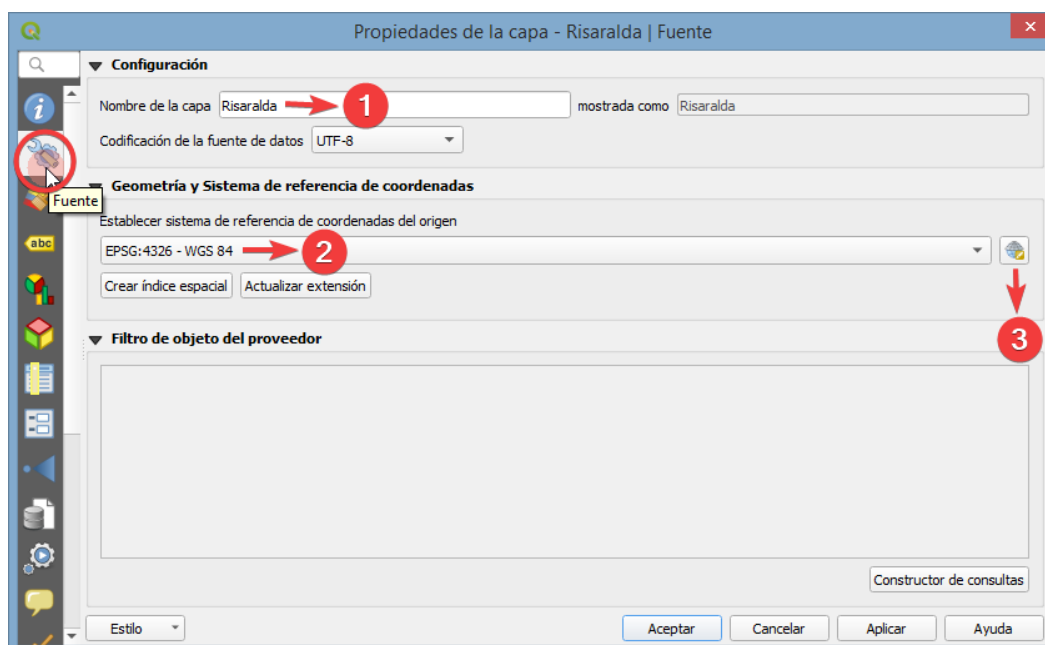
Figura 12: Archivo shp del Departamento de Risaralda



Nota: Una vez descargado los datos shp del Departamento de Risaralda, el archivo debe ser descomprimido y guardado en **el disco local C o D** del ordenador, con el fin que la información sea almacenada en un sitio seguro y posteriormente importar la capa shp a QGIS.

Paso 4: Verificar el sistema de coordenadas de la capa. Para ello ingresamos al **Panel de Capas**; el cual se encuentra ubicado en la zona inferior izquierda. Clic derecho en la capa shp, una vez hecho estos se despliega un cuadro de diálogo (clic en propiedades)

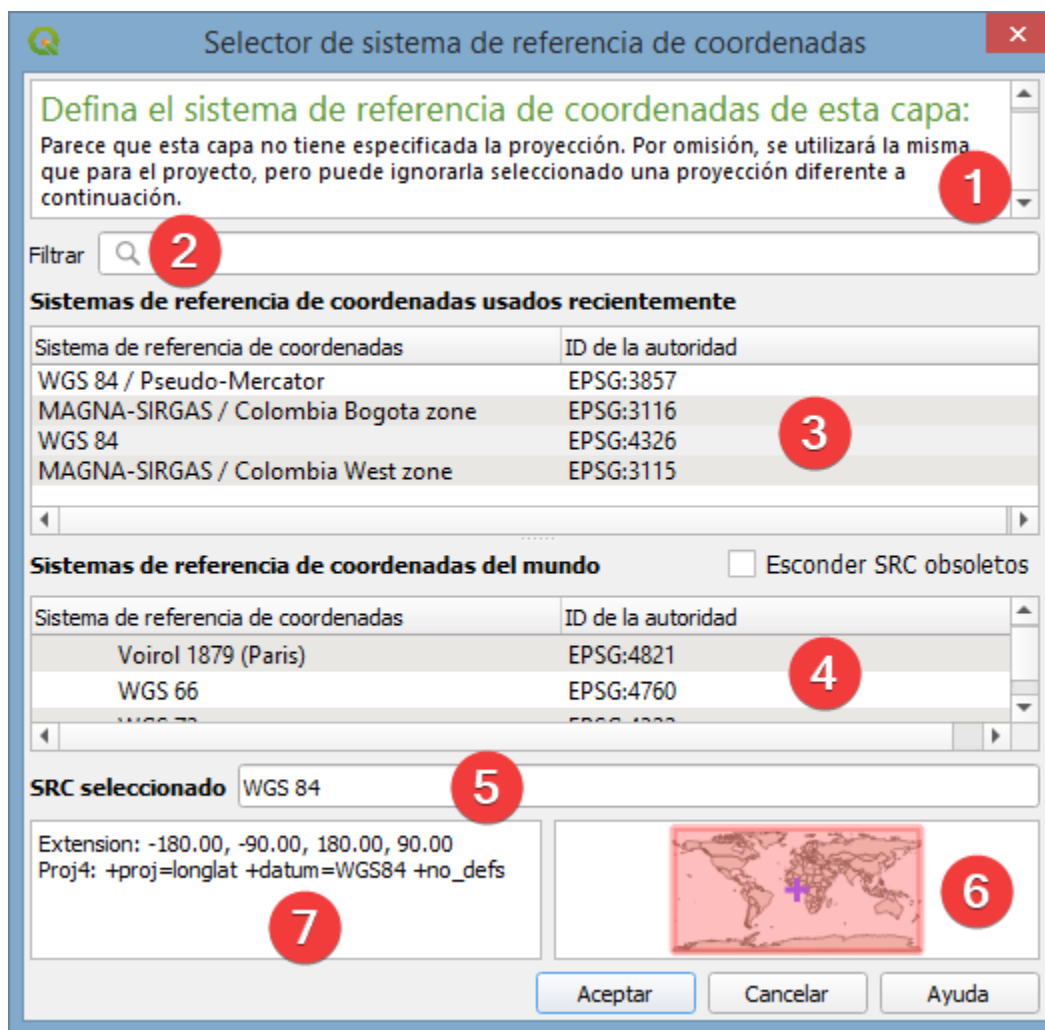
Figura 13: Propiedades de la capa shp



Nota: El número (1) hace referencia a el nombre de la capa shp y el (2) al sistema de coordenadas del archivo shp; donde **WGS 84**, es el sistema de coordenadas. Por último, dando clic en el número (3) se visualiza información sobre el sistema de coordenadas de origen.

Paso 5: Información del sistema de coordenadas de origen de la capa.

Figura 14: Sistema de referencia de coordenadas



Nota: (1) información del sistema de referencia de coordenadas de la capa. (2), filtro para buscar un sistema de coordenadas. (3), sistemas de coordenadas utilizado recientemente. (4) sistema de coordenadas del mundo. (5), sistema de coordenadas actual. (6), cobertura del sistema de coordenada o área de aplicación. (7), información del sistema de coordenada de origen.

Si se compara la figura 14 (sistema de referencia de coordenadas) vs la Figura 13 (Propiedades de la capa shp), ambas figuras proporcionan la misma información, debido a que el **Proyecto en QGIS** y **la capa shp** se encuentra en el mismo sistema de coordenadas. Se debe tener en cuenta siempre estos dos parámetros a la hora de realizar cualquier trabajo SIG, con el fin de evitar inconvenientes en el uso del software, es decir, que **las capas shp y el Proyecto en QGIS** deben tener definidos un único sistema de coordenadas de referencia.

Paso 6: Guardar el Proyecto. Es importante que el proyecto y las capas shp que se utilicen para realizar el trabajo SIG sean guardadas en una sola carpeta, que deberá estar almacenada en el disco local C o D por seguridad.

Figura 15: Opción 1; como guardar un Proyecto en QGIS

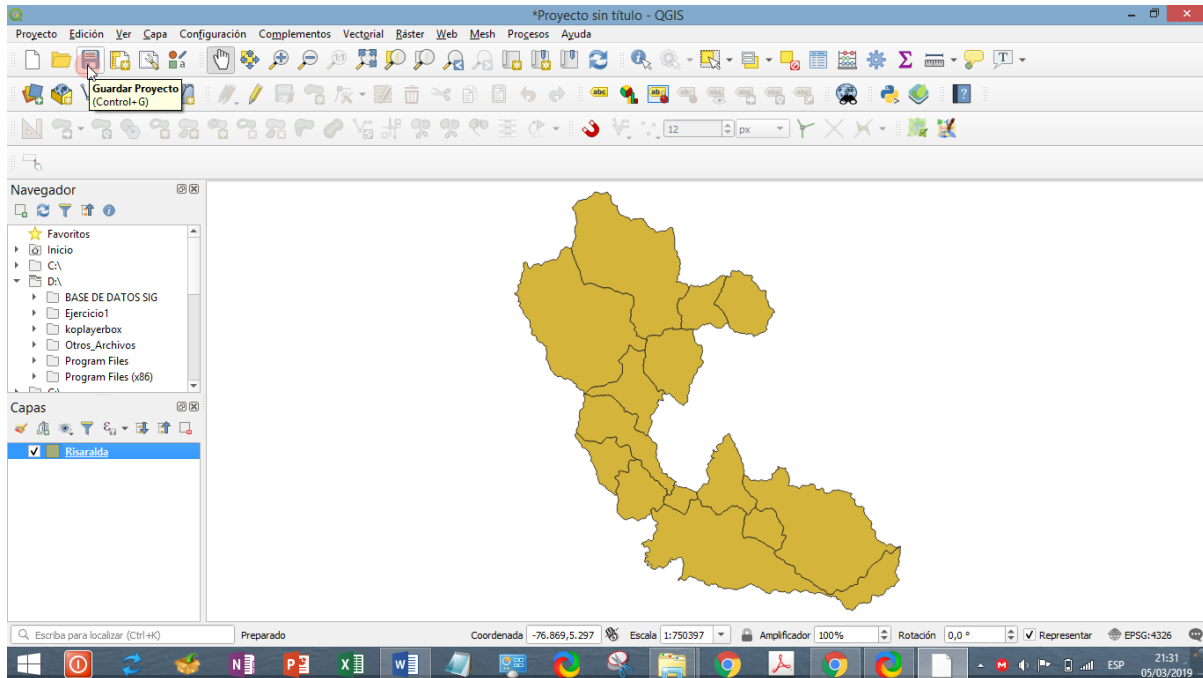
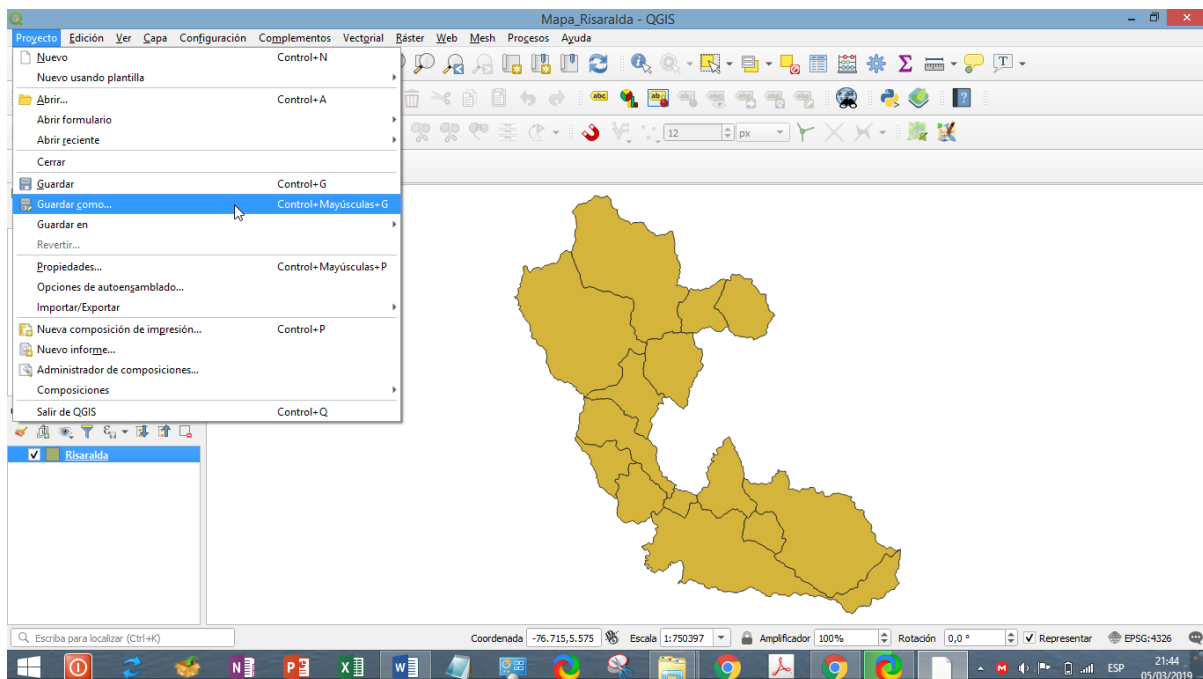


Figura 15: Opción 2; como guardar un Proyecto en QGIS



Nota: Es importante que la ruta donde se guarde el Proyecto sea la más corta posible, debido a que rutas muy largas generan demoras a la hora de procesar los archivos el programa. Ejemplo de una ruta corta: **(D:\Ejercicio1)**; esta ruta nos indica que el Proyecto se almacenó en el disco local D y que la carpeta donde se encuentra es Ejercicio1. Por otra parte, el nombre con el cual se guarde el Proyecto en QGIS, no debe tener caracteres como por ejemplo: comas, tildes, signos de expresión, ningún otro tipo de carácter, además, el nombre no puede tener espacios entre las palabras.

Ejemplo de cómo guardar correctamente un Proyecto en QGIS:

- Mapa1_Risaralda
- MapadeRisaralda

2.2 Definir el origen del nuevo sistema de coordenadas de referencia

¿Por qué hay que definir un nuevo origen de sistemas de coordenadas?

Se debe definir un nuevo sistema de coordenadas a la capa shp, debido a que se esta realizando un cambio en el Marco de Referencia Geodésico, es decir, se esta realizando un cambio de **Datum**, lo cual implica una modificación en el modelo o forma de la tierra (elipsoide), donde se transformará el Datum WGS84, (sistema de coordenadas geográficas) a él Datum **MAGNA-SIRGAS**, (sistema de coordenadas planas vigentes para Colombia).

Paso 7: Teniendo en cuenta lo anterior, se definirá a que origen de coordenadas planas **MAGNA-SIRGAS** pertenece el Departamento de Risaralda.


Para ello se utilizará un aplicativo en Google Earth Pro, que permite identificar de manera interactiva a que origen de coordenadas planas pertenece una capa o archivo shp. Para descargar el archivo ingresar al siguiente link (<http://bit.do/eKkPB>). Una vez descargado el archivo dar doble clic  **FRANJAS ORÍGENES_Colombia** y se abrirá en Google Earth Pro.

Figura 16: Franjas de origen de coordenadas planas vigentes para Colombia

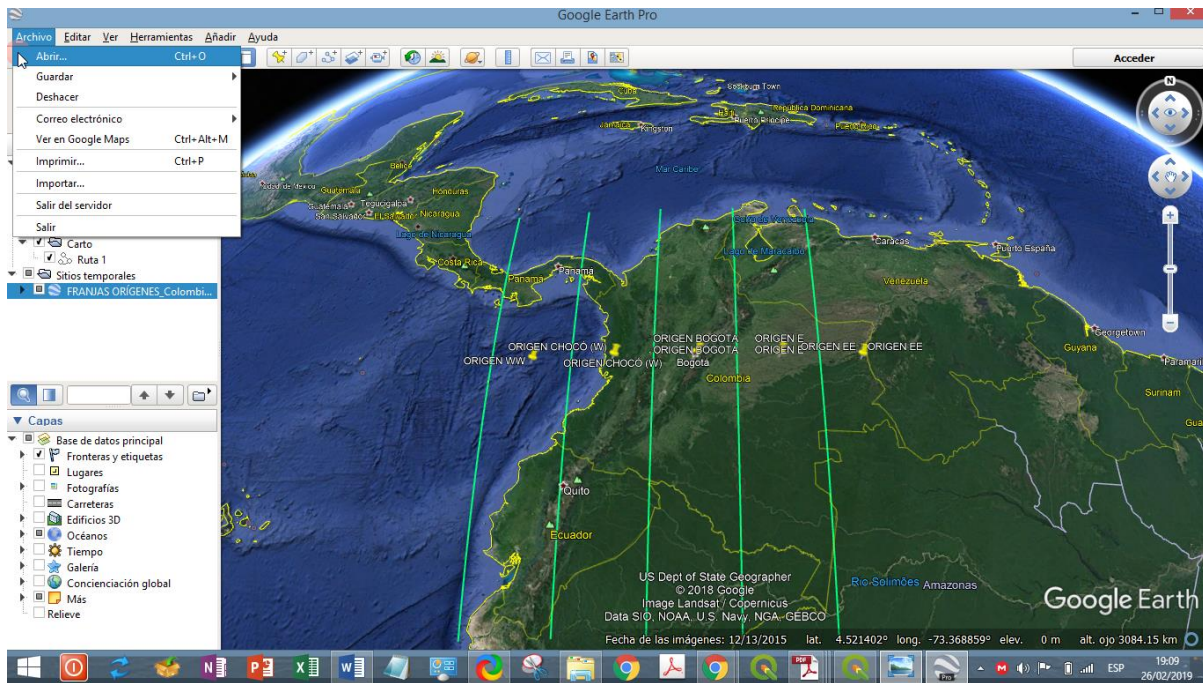


Nota: Una vez abierto el archivo se visualizará los cinco orígenes de coordenadas planas vigentes para Colombia, los cuales están representados con las líneas de color verde. Es aclarar que, para el desarrollo de este ejemplo, se tenga descargada la última versión de Google Earth Pro.

Paso 8: Cargar la capa shp del Departamento de Risaralda a Google Earth Pro, para identificar el origen al cual pertenece.

8.1 Pulsar clic en archivo y luego clic en abrir, en la parte superior izquierda de la pantalla del monitor.

Figura 17: Opciones para cargar una capa a Google Earth Pro



8.2 Configuración para la lectura del archivo shp. Primero se debe pulsar clic en **seleccionar el tipo de archivo** como se muestra en la figura 18. En el cuadro de dialogo que aparece dar clic en **todos los formatos de importación de datos** (figura 19). Una vez hecho esto, buscar el archivo shp del departamento de Risaralda en la carpeta donde se guardó el Proyecto en QGIS y pulsar clic en abrir (figura 20).

Figura 18: Seleccionar el tipo de archivo

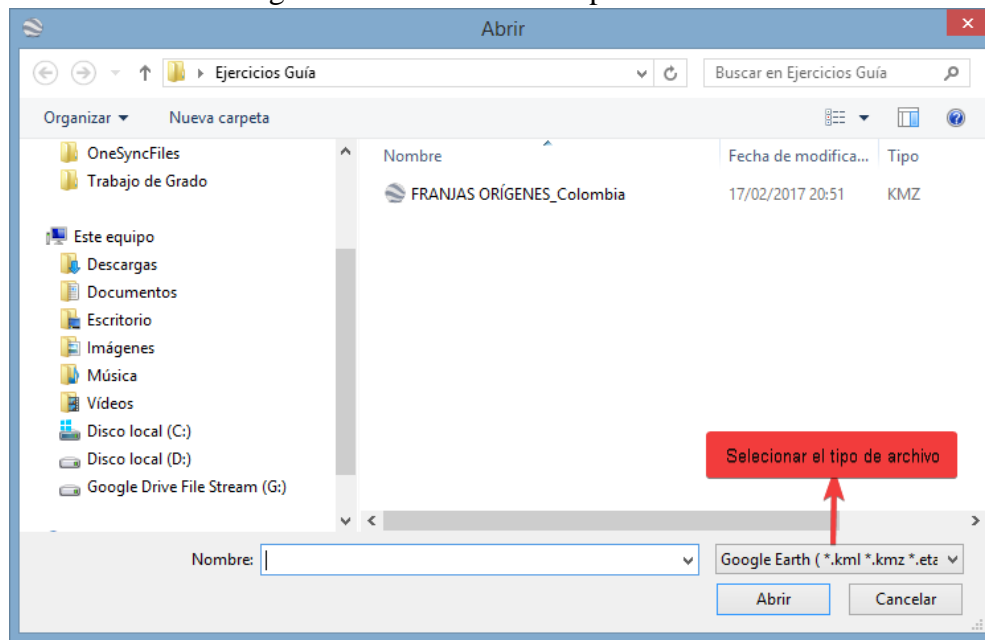


Figura 19: Tipos de archivos de importación a Google Earth Pro

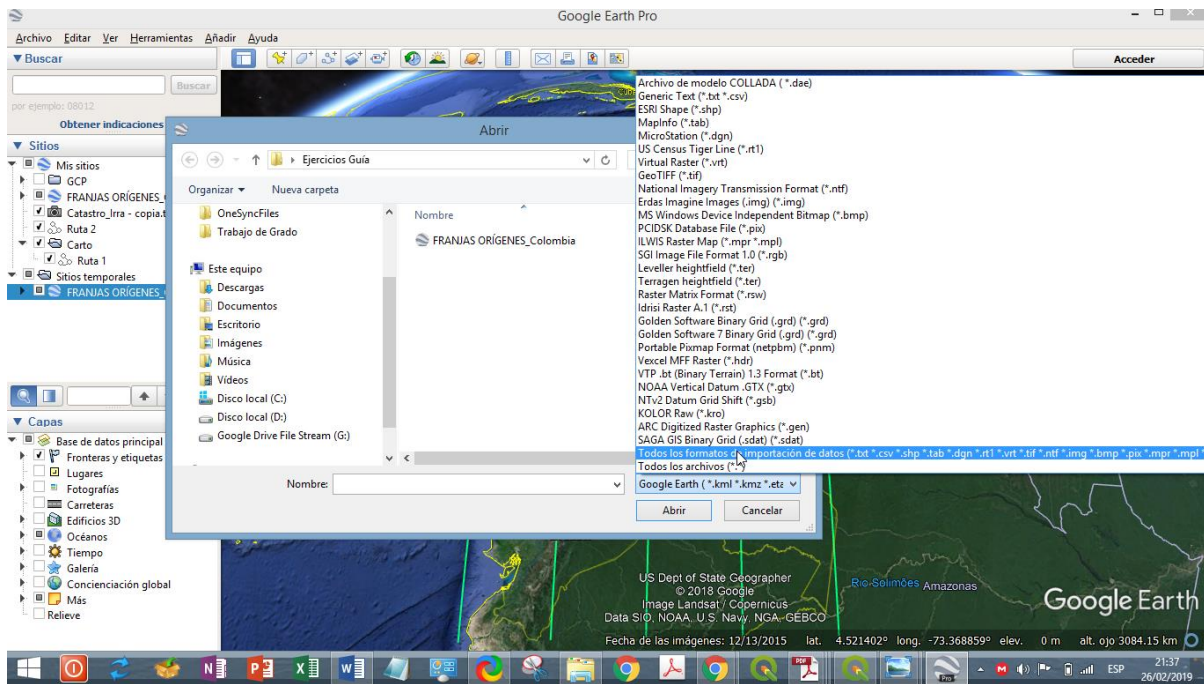
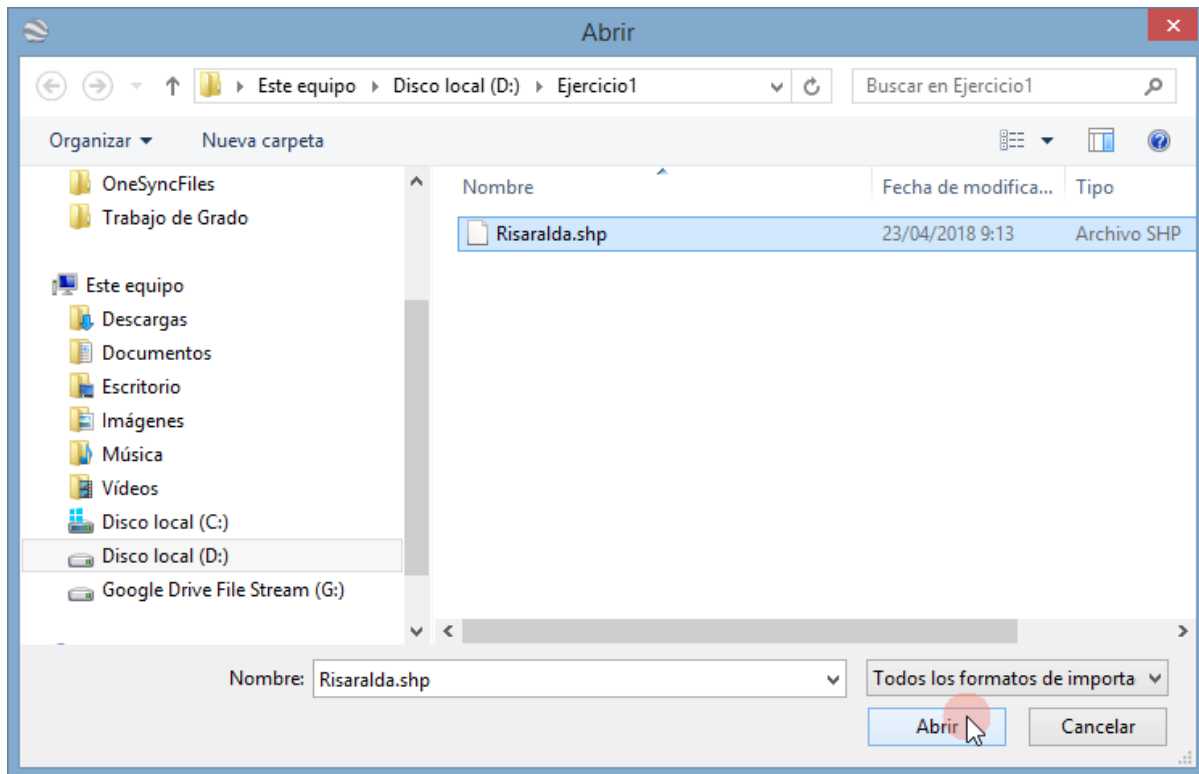


Figura 20: Abrir archivo shp del Departamento de Risaralda en Google Earth Pro



8.3 Aceptar configuraciones de importación del archivo shp. Al pulsar clic en la figura 20, se visualizará el siguiente cuadro de dialogo, en el cual se debe pulsar clic en la opción **Si**, figura 21 (Cuadro de dialogo 1).

Figura 21: Cuadro de dialogo 1

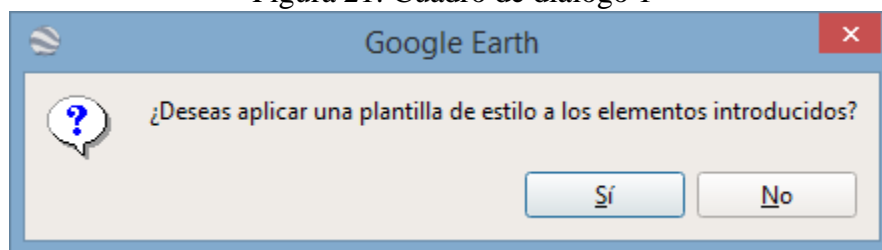


Figura 22: Pulsar clic en **Aceptar** en el cuadro de dialogo 2 y 3.

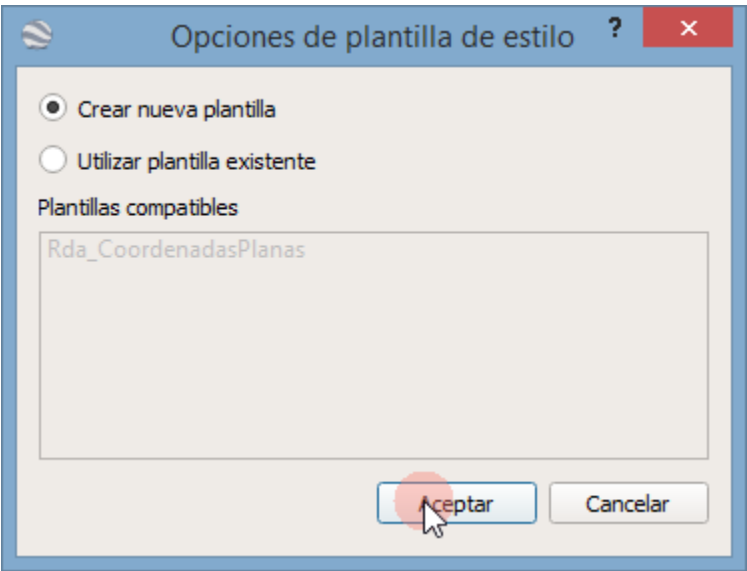


Figura 23: Cuadro de dialogo 3.

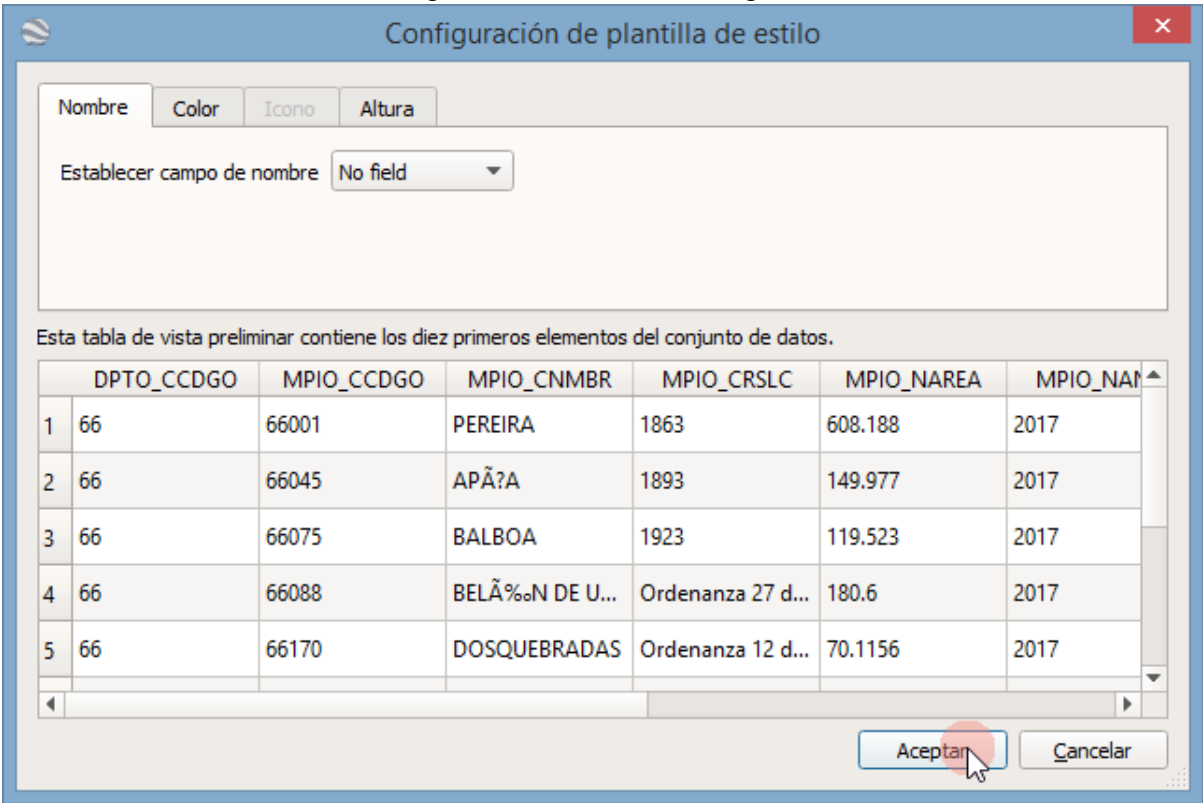
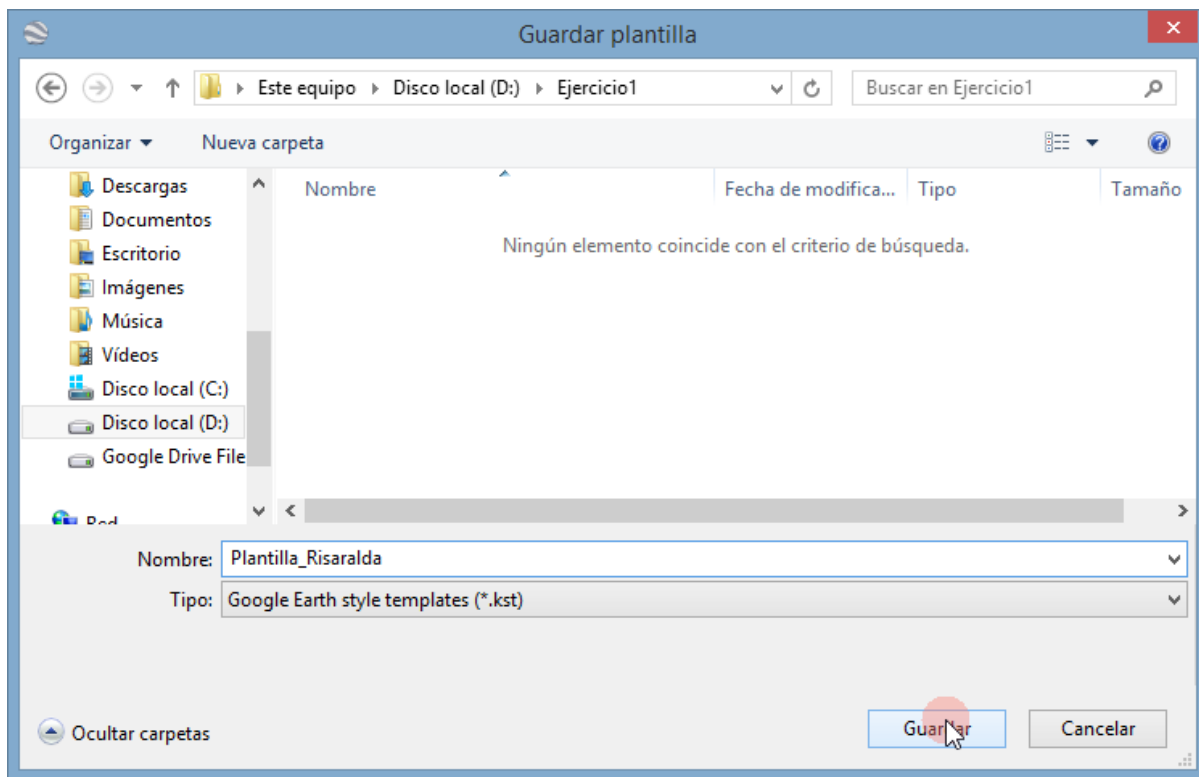

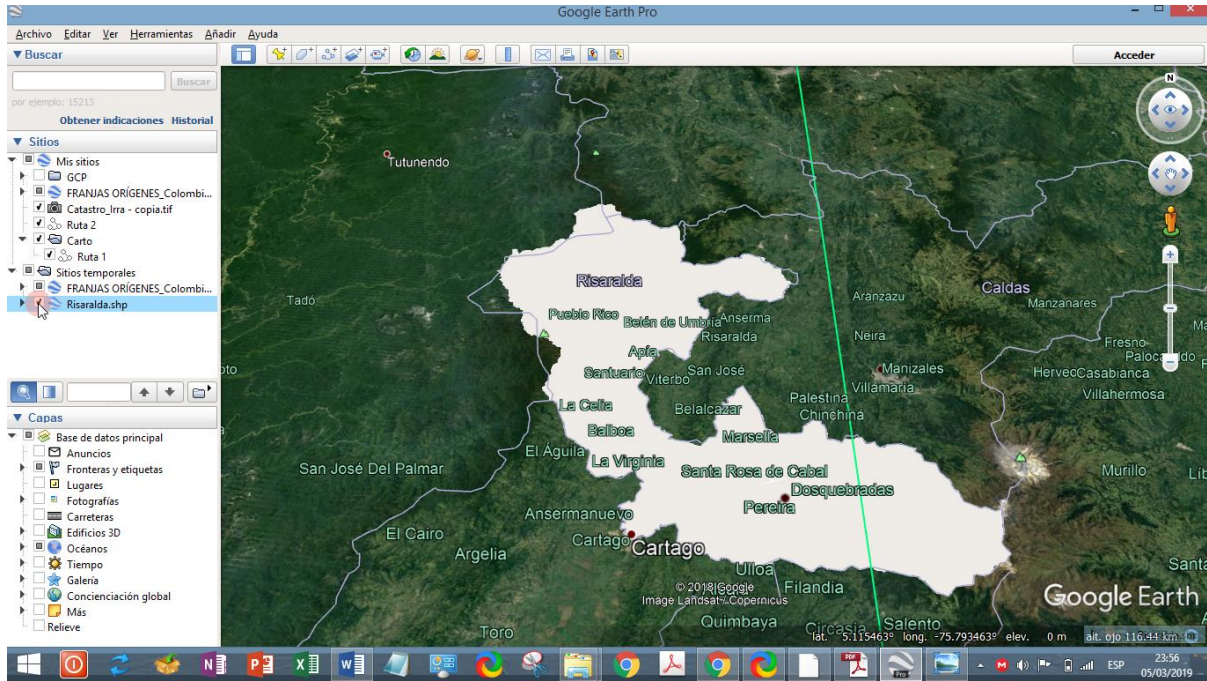


Figura 24: Pulsar clic **Aceptar** para guardar la plantilla. La plantilla deberá guardarse en la carpeta de trabajo del Proyecto en QGIS.



Paso 9: Visualizar capa la shp. Para visualizar la capa shp en Google Earth Pro, pulsar clic  **Risaralda.shp** donde indica el ratón del mouse (figura 25).



9.1 Identificar el origen donde se encuentra ubicada la zona de estudio. Para ello se debe disminuir los niveles de zoom para visualizar todos los orígenes al tiempo.

Figura 26: Identificación del origen de coordenadas de la zona de estudio.



Nota: Como se observa en la figura 26, el departamento de Risaralda pertenece al origen **MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone**, sin embargo, parte del municipio de Santa Rosa de Cabal está ubicado en el origen Bogotá, pero debido a que

la mayoría del territorio de Risaralda se encuentra ubicado en el origen Oeste, por ende, el origen al cual pertenece es MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone (origen oeste).

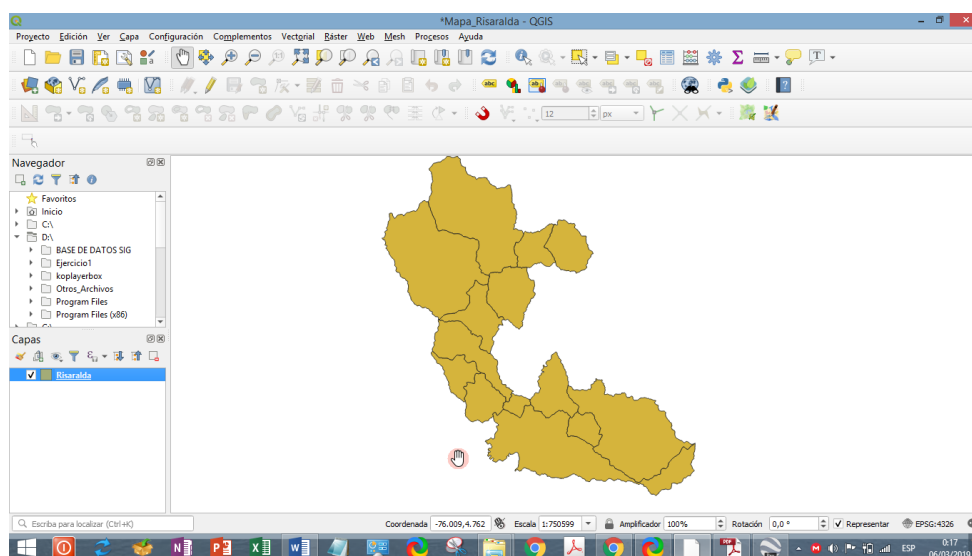
Es importante aclarar que, si la zona de estudio fuera el municipio de Santa Rosa de Cabal, el origen cambiaría a Bogotá debido a que la mayoría de su territorio pertenece a dicho origen.

2.3 Proyectar

Paso 10: Proyectar la capa shp del Departamento de Risaralda teniendo en cuenta el origen de coordenadas identificado en el aplicativo de Google Earth Pro.

Paso 10.1: Abrir el proyecto en QGIS

Figura 27: Proyecto en QGIS



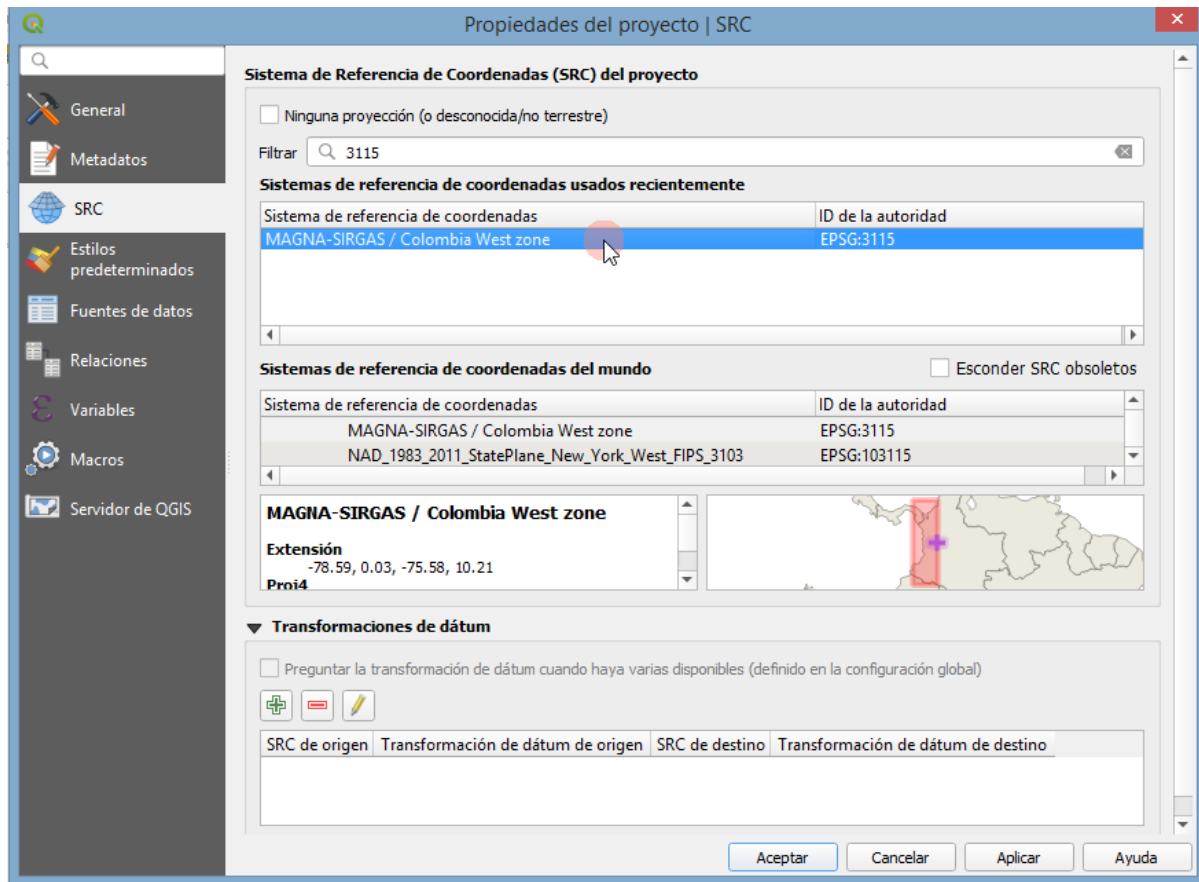
Nota: Cuando se abre nuevamente el proyecto en QGIS, directamente de la carpeta de trabajo, pulsando doble clic sobre el nombre del proyecto **Mapa_Risaralda** se visualizan las capas con las cuales se estaba trabajando en el mismo y los cambios realizados en este.

Paso 10.2: Cambiar el SRC del proyecto de coordenadas **WGS 84 a MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone**. ¿Por qué se realiza este cambio? Como se mencionó anteriormente, **El Proyecto en QGIS y La Capa shp**, debe estar definidos en el mismo sistema de coordenadas, para evitar conflictos en el manejo de los archivos.

Paso 10.3: Primero se reproyectará el **Proyecto en QGIS** y luego el archivo shp del Departamento de Risaralda.

Dar clic en el botón **EPSG:4326** el cual está ubicado en la parte inferior izquierda de la ventana de visualización del programa.

Figura 28: Propiedades del SRC

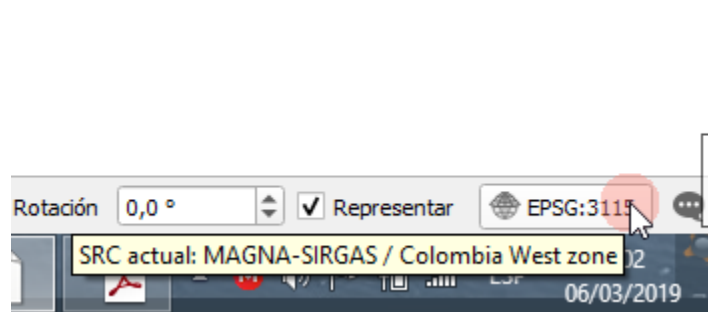


Nota: En las propiedades del SRC, escribimos en la opción filtrar el código 3115, el cual pertenece al origen de coordenadas **MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone**. Una vez hecho esto, seleccionar la opción MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone como indica el ratón del mouse, y automáticamente en el visor del mapa de Colombia se seleccionará el área o región a la cual pertenece el sistema de coordenadas. Para terminar clic en aceptar para realizar el cambio de SRC.

Paso 10.5: Verificar el SRC del Proyecto en QGIS

Antes de reproyectar el archivo shp, se debe verificar rápidamente que el **Proyecto en QGIS** se encuentre en coordenadas MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone. Para ello, se ubica el puntero en la parte inferior izquierda de la ventana visualización del programa sobre el icono del SRC del proyecto, como se observa en la figura 29.

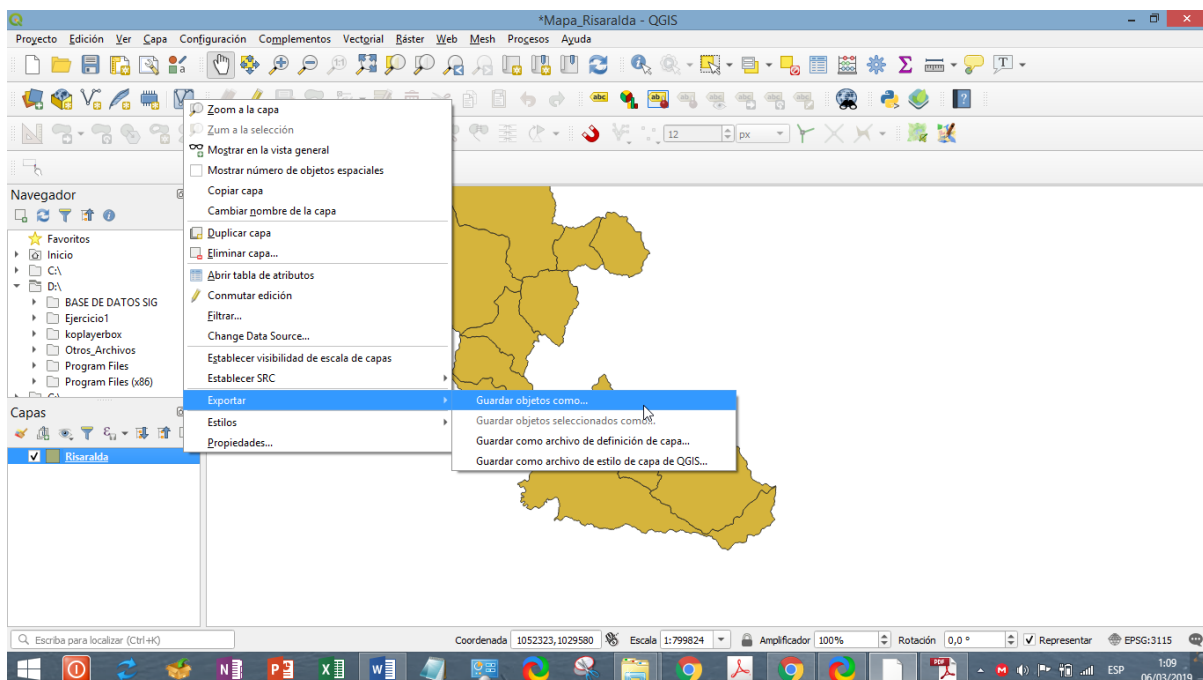
Figura 29: SRC del Proyecto en QGIS



Nota: Como se visualiza en la figura 29, el proyecto se ha reprojectado correctamente.

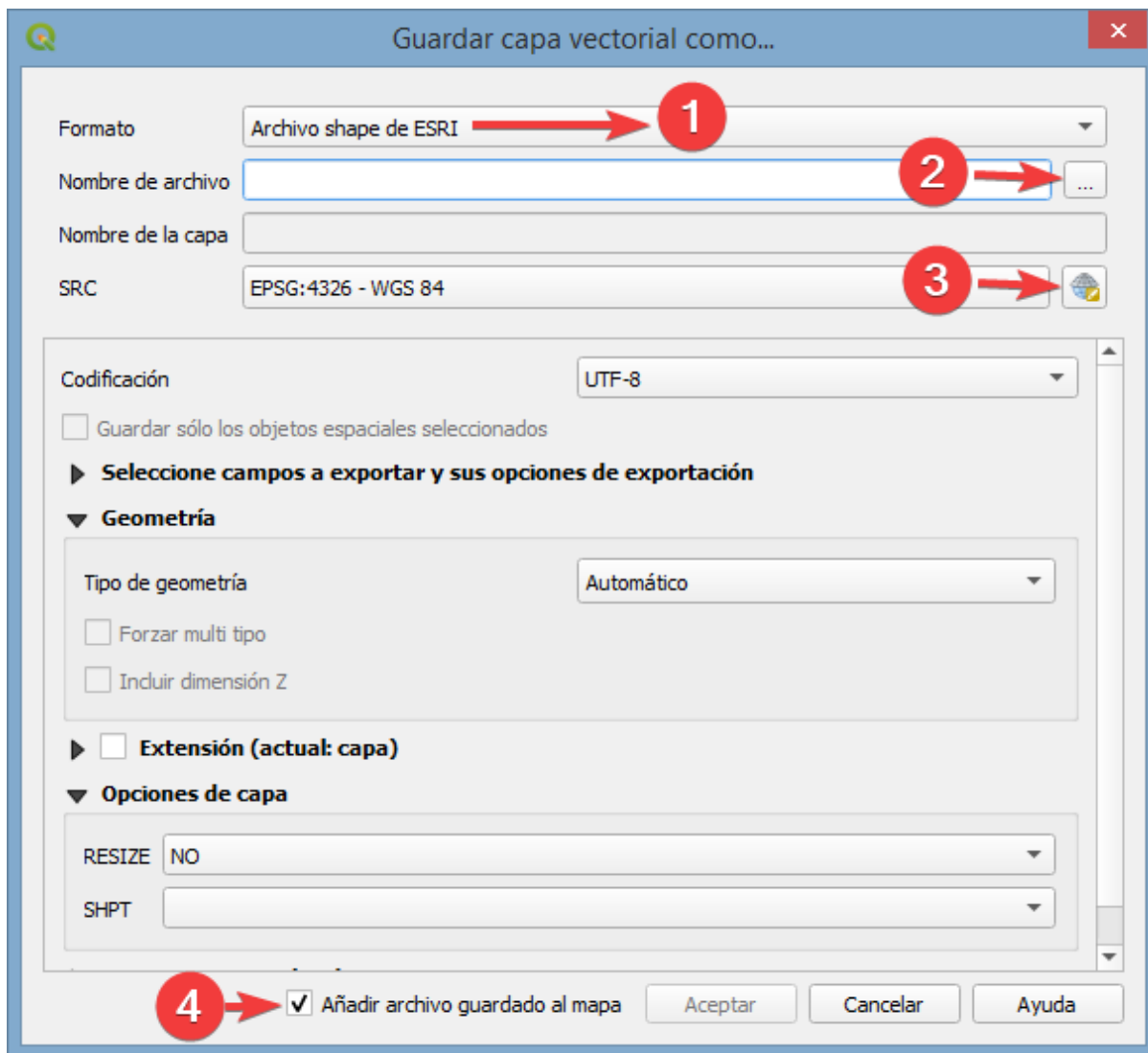
Paso 10.5: Reproyectar el archivo shp del Departamento de Risaralda al origen de coordenadas MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone. Para ello, ingresamos al Panel de Capas (como lo indica la figura 30). Ubicado en la zona inferior izquierda de la interfaz del programa, clic derecho en la capa shp, una vez hecho estos se despliega un cuadro de diálogo (clic en **Exportar** y clic en **Guardar objetos como...**)

Figura 30: Opciones para reprojectar archivos shp



Paso 10.6 Guarda archivo shp con sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone (Reprojectar).

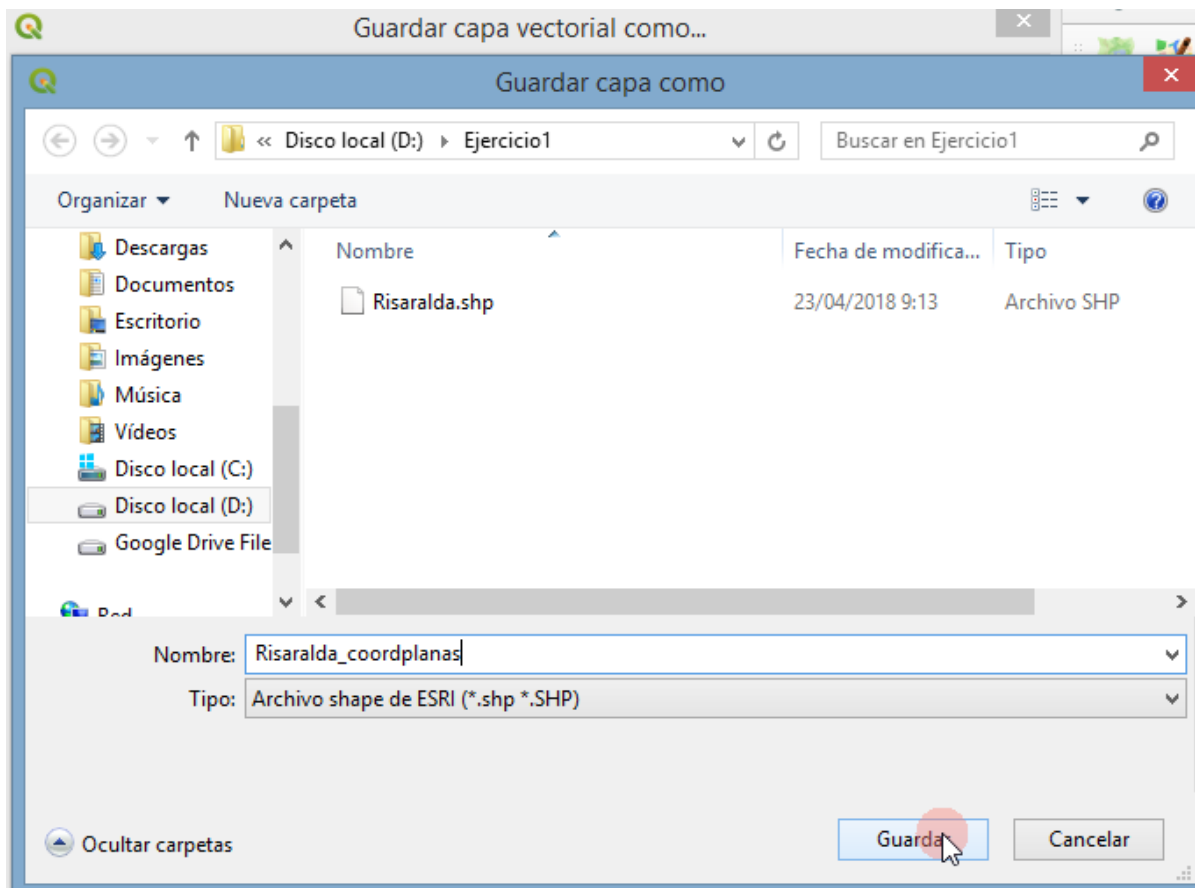
Figura 31: Guardar capa vectorial como



Nota: El número (1) hace referencia al formato en se requiere guardar el archivo, en este ejemplo se guardará en el formato **Archivo shape de ESRI**. En el número (2), no se debe escribir el nombre del archivo en esa casilla, se debe dar clic donde indica la flecha del número 2. El número 3, se define el SRC (sistema de referencia de la capa) y finalmente en la opción del número 4 debe estar siempre activada para que la capa se añada al Proyecto en QGIS.

Paso 10.7: Definir la carpeta donde se almacenará la nueva capa shp con coordenadas planas. Para ello, dar clic en la flecha que indica el número (2) de la figura 31. Una vez dado clic en el número (2), se debe guardar el nuevo archivo shp en la carpeta de trabajo del Proyecto en QGIS, y el nombre que se le establezca se debe tener en cuenta que QGIS nos acepta caracteres como: comas, tildes, signos de expresión, ningún otro tipo de carácter, además, el nombre no puede tener espacios entre las palabras.

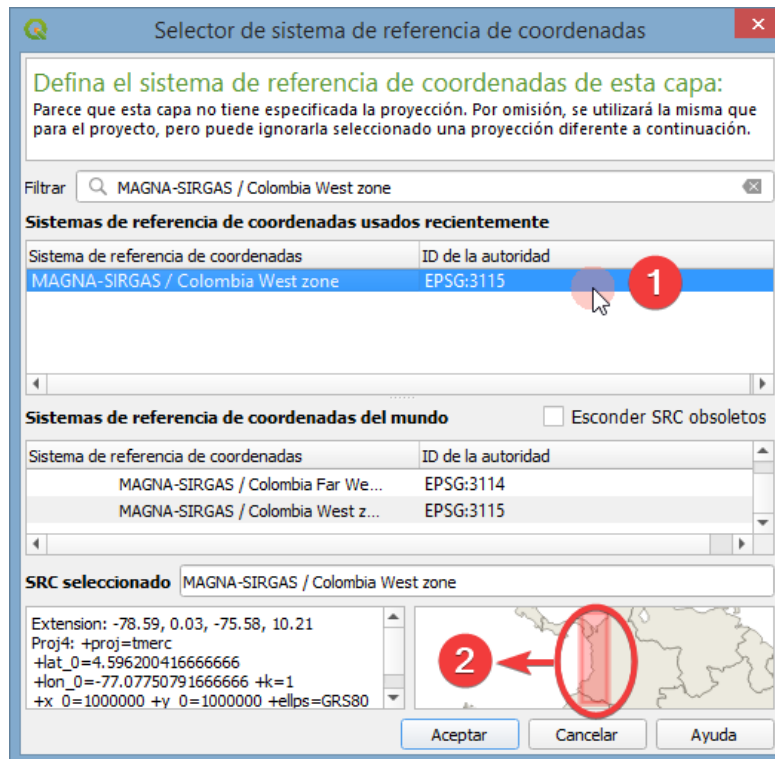
Figura 32: Definir ruta para guardar el nuevo archivo shp



Nota. Una vez ubicada la carpeta del proyecto y definido el nombre del nuevo archivo shp, dar clic en guardar.

Paso 10.8: Definir SRC a la nueva capa shp. Para ello, dar clic en el número (3) de la figura 31.

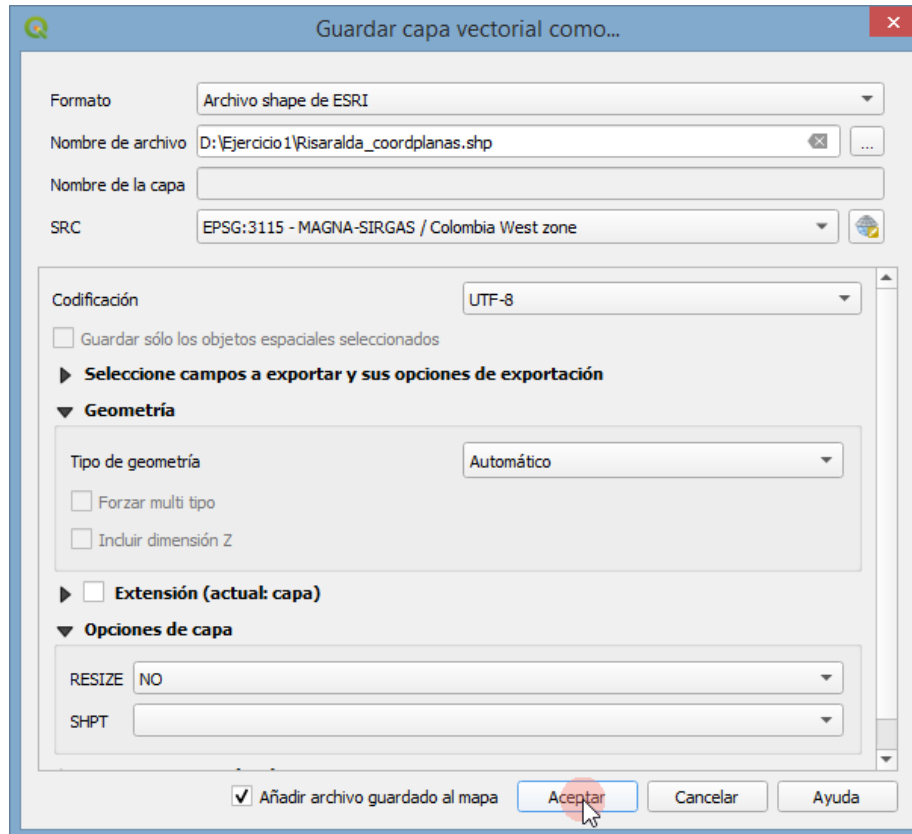
Figura 33: Sistema de referencia de coordenadas



Nota: El número (1) hace referencia a el sistema de coordenadas seleccionado, en este caso es MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone y su código es EPSG: 3115. También se puede filtrar por el código del sistema coordenadas. En el número (2) se visualiza el área de influencia del sistema de coordenadas seleccionado, en este caso origen oeste.

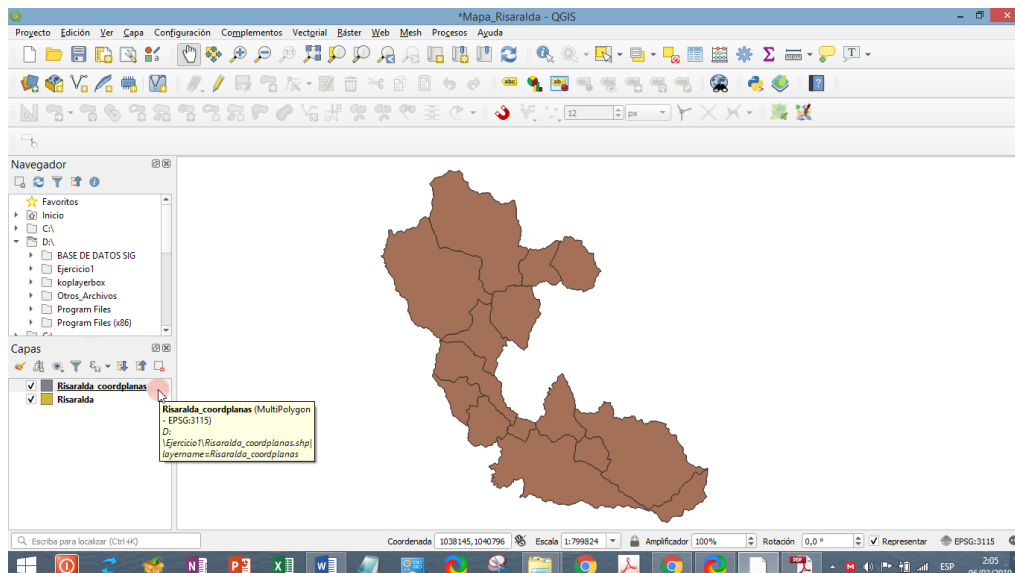
En la figura 33, escribimos en la opción filtrar el nombre del sistema de coordenadas o el código. Una vez hecho esto, seleccionar la opción MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone como indica el ratón del mouse (número 1), y automáticamente en el visor del mapa de Colombia se seleccionará el área o región a la cual pertenece el sistema de coordenadas (número 2). Para terminar clic en aceptar para realizar el cambio de SRC.

Paso 10.9: Verificar los cambios realizados anteriormente y dar clic en aceptar para crear la nueva capa shp con coordenadas planas (como lo indica la figura 34).



Paso 11: Verificar que la nueva capa shp este proyectada correctamente. Para ello, al ingresar al panel de capas, la nueva capa shp de estar agregada a este de forma automática, además debe ser visible en el lienzo de mapa. Al ubicar el puntero sobre la capa esta deberá brindar información sobre su geometría y tipo de sistema de coordenadas (como se observa en la figura 34).

Figura 34: Nueva capa shp con coordenadas planas MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone

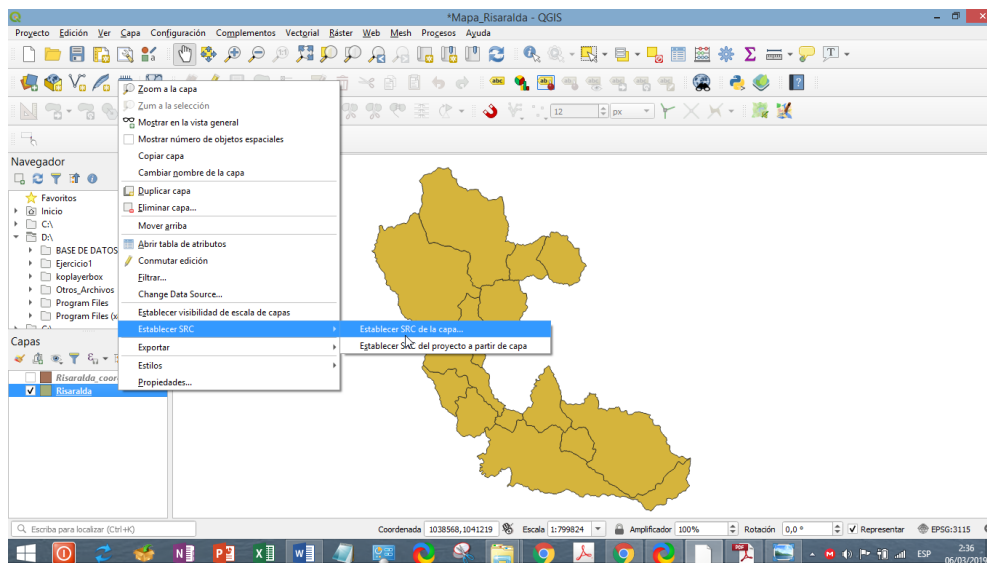


Nota: La nueva capa shp esta reprojectar correctamente, debido a que se visualiza en el mapa y el sistema de coordenada es el mismo definido para el proyecto, es decir, EPSG: 3115 (MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone).

2.4 Errores frecuentes al proyectar una coordenada

Para explicar este apartado utilizaremos la capa shp del Departamento de Risaralda la cual esta definida en coordenadas geográficas WGS 84. **El ERROR** más frecuente que se comete al reprojectar una coordenada geográfica a planas o viceversa, es definirle el SRC por la opción **Establecer SRC de la capa**. Para ingresar a esta opción pulsar clic en el Panel de capas, clic en Establecer SRC y clic en la opción 1; Establecer SRC de la capa o clic en la opción 2; Establecer SRC del Proyecto a partir de la capa.

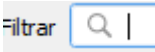
Figura 35: Errores frecuentes al establecer el SRC a la capa



Al pulsar clic en la opción 1 o 2 explicadas anteriormente, se ingresa al **Sistema de Referencia de Coordenadas de la Capa**, donde se puede seleccionar un nuevo sistema de referencia como se observó en el figura 33, sin embargo, a pesar que se seleccionó un nuevo sistema de referencia para la capa esta no está cambiando su estructura interna, es decir, no se crea una nueva capa con una fuente de datos diferente, lo que hace esta capa nueva es combinar los datos de sus sistema de referencia de origen con el nuevo sistema que se le define. Esta combinación genera conflictos graves cuando se realizan operaciones con otros archivos shp, además se genera inestabilidad en el programa.

Por ende, las reproyecciones deben realizarse como se explicó en el apartado anterior, para evitar conflicto en la elaboración de trabajos SIG

2.5 Nomenclaturas como el software QGIS reconoce los cinco orígenes de coordenadas planas vigentes para Colombia.

En la tabla 1: Se explica cómo se debe escribir en el filtro de búsqueda  de sistemas de coordenadas en QGIS los diferentes orígenes de coordenadas vigentes para Colombia.

Nombre del Origen	Como está representado en QGIS	Código
MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone	MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone	EPSG: 3115
MAGNA-SIRGAS / Colombia West-West zone	MAGNA-SIRGAS / Colombia Far West zone	EPSG: 3114
MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá zone	MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone	EPSG: 3116
MAGNA-SIRGAS / Colombia East zone	MAGNA-SIRGAS / Colombia East Central zone	EPSG: 3117
MAGNA-SIRGAS / Colombia East-East zone	MAGNA-SIRGAS / Colombia East zone	EPSG: 3118

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRÁFICA

- Instituto Geográfico Nacional, Gobierno de España (s.f). Conceptos Cartográficos. Recuperado de http://www.ign.es/web/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos_Cartograficos_def.pdf
- Blanco, S. (2014). Conceptos Básicos de Cartografía. Elipsoide [diapositiva de SlideShare]. Recuperado de https://es.slideshare.net/Sergio_Blanco/conceptos-bsicos-de-cartografa-30771848
- Antón, A. (2019). Topografía geoide y elipsoide. [Imagen]. Recuperado de <http://www.albireotopografia.es/topografia-basica-iii-la-forma-de-la-tierra/topografia-geoide-y-elipsoide/>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGA) (2004). Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como Datum oficial de Colombia. Recuperado de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/aspectos_practicos.pdf
- AristaSur, (2019). Qué es el Datum de las Coordenadas Geográficas y su uso en el GPS. Recuperado de <https://www.aristasur.com/contenido/que-es-el-datum-de-las-coordenadas-geograficas-y-su-uso-en-el-gps>
- Snaider, P. (2010). Proyecciones Cartográficas y Sistemas de Referencia. Proyecciones Cartográficas: definición [Presentación de PowerPoint]. Recuperado de <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/viewFile/2327/2046>
- Abella, I. (2014). Meridianos y Paralelos. Latitud y longitud. Recuperado de <https://materialescienciasociales.com/2014/10/10/meridianos-y-paralelos-latitud-y-longitud/>
- Esri (2018). Sistemas de coordenadas, proyecciones y transformaciones. Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/mapping/properties/coordinate-systems-and-projections.htm>
- IBM Knowledge Center (s.f). Sistemas de coordenadas proyectadas. Recuperado de <https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS6NHC/com.ibm.db2.luw.spatial.topics.doc/doc/csb3022b.html>
- Claseshistoria, (2019). Proyecciones cartográficas. Recuperado de <http://www.claseshistoria.com/bilingue/1eso/earthplanet/representation-projections-esp.html>
- CarpetaPedagogica (2014). Proyecciones Cartográficas. [Imagen]. Recuperado de <http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2012/11/proyecciones-cartograficas.html>

CAPITULO 2.

SIG Móvil

Un SIG móvil es una tecnología que integra uno o más dispositivos móviles, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y acceso inalámbrico a internet (Olaya, 2014). Para este caso en particular, se enfatizará en los teléfonos móviles, debido su versatilidad y penetración superior a la de cualquier otro dispositivo móvil (Olaya, 2014). Actualmente, son utilizados para obtener datos geográficos en campo, principalmente por su fácil acceso y por las aplicaciones móviles que favorecen esta labor.

En este apartado, se mostrará un ejemplo sobre levantamiento de datos espaciales con aplicaciones móviles (Para sistema operativo Android), tal como; KoBoCollect, el GNSS Planning Online. Con la aplicación KoBoCollect se explicará cómo crear un formulario para levantar datos directamente en campo y alimentar una base de datos. GNSS Planning Online se utiliza para planificar el levantamiento de datos.

Se realizará un ejercicio sobre la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira. En este se mostrará lo siguiente:

- 1.** Planificación previa del levantamiento de los datos con GNSS Planning Online.
- 2.** Creación del formulario y levantamiento de los datos con KoBoCollect.
- 3.** Importación de los datos al software QGIS.

• GNSS Planning Online

Planificación para la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para iniciar con GNSS Planning Online se debe:

1. Se debe de ingresar a la página web

GNSS Planning Online: <https://www.gnssplanning.com/#/settings>

The screenshot shows the Trimble GNSS Planning Online interface. The top navigation bar includes 'Configuración', 'Biblioteca de Satélites', 'Gráficos', 'Gráfica del Cielo', and 'Vista Mundial'. The main content area is divided into two panels: 'Selección de satélites' and 'Configuración'.

Selección de satélites: A table showing the status of various satellite systems.

Sistema activo	Satélites
	Seleccionado Operativo
GPS	31 31
GLONASS	24 24
Galileo	20 20
BeiDou	36 36
QZSS	4 4
IRNSS	7 7

Configuración: Fields for setting up the survey.

- Latitud: N 4° 47' 38.228"
- Longitud: W 75° 41' 18.0393"
- Altura: 500 m
- Máscara: 10
- Día: 12/02/2019
- Tiempo de inicio: 00:00 UTC +00:00
- Intervalo de tiempo [horas]: 24
- Huso Horario: (UTC) Coordinated Universal Time

A map on the right shows the location of 'Jardín Botánico UTP'.

Su Configuración: A summary section showing the current settings.

Hora de almanaque	2019-02-13
Huso Horario:	UTC +00:00
Intervalo visible:	2019-02-13 00:00 - 2019-02-14 00:00

2. Ingresar la información en los campos requeridos para la configuración de la planificación del levantamiento de datos.

Los campos se completan de la siguiente forma:

- 1. Selección de Satélites:** En este apartado se seleccionan los sistemas satélites de los que el equipo recibe señal.
- 2. Latitud y Longitud:** Se ingresan las coordenadas de la zona en la que se llevará a cabo el levantamiento de los datos, o se busca directamente en el mapa.
- 3. Altura:** En este campo se ingresan la altitud aproximada de la zona en la que se llevará a cabo el levantamiento.
- 4. Máscara:** Se ingresan un valor en grados. Este depende de la geometría relativa del receptor de satélite. Es decir, cuando los satélites están juntos y no tienen una geometría triangular, la señal es baja, pero cuando están alejados y presentan la geometría triangular, la señal es alta. Esto proporciona información sobre la dilución de la precisión

(DOP, por sus siglas en ingles). Cuando los satélites están juntos, se presenta un DOP alto, pero cuando están separados, se presenta un DOP bajo. Sin embargo, existen otros factores que afectan el DOP, tales como; coberturas vegetales, montañas, edificios, etc.

Recomendación: Valores aproximados de la máscara cuando la zona presenta coberturas vegetales (bosque), montañas, edificios; se puede usar entre 15° y 20°. Esto depende de la zona en la cual se llevará a cabo el levantamiento, debido a que, asumiendo que la zona sea un valle y no presente edificios o coberturas vegetales, el valor de la máscara puede ser 10°.

5. Día: Este apartado se completa con la fecha en la que se llevará a cabo el levantamiento.

6. Tiempo de inicio: Es hora en la que se iniciará el levantamiento.

7. Intervalo de Tiempo: Es el tiempo estimado que se requerirá para realizar el levantamiento.

8. Huso Horario: Es el área de convención horaria, en la cual se encuentra inmersos los países. Se debe de buscar el nombre de las ciudades capitales del país donde se va a realizar el levantamiento de los datos.

Configuración para el ejercicio.

The screenshot displays the Trimble GNSS Planning Online web application. The interface is divided into several sections:

- Header:** Includes the Trimble logo, navigation tabs (Configuración, Biblioteca de Satélites, Gráficos, Gráfica del Cielo, Vista Mundial), and a language selector (ES).
- Selección de satélites:** A section on the left showing the selection of satellites. It includes a table with columns for 'Sistema activo', 'Seleccionado', and 'Operativo'. The table lists GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, and IRNSS with their respective counts.
- Configuración:** A central section for setting up the survey. It includes fields for:
 - Latitud:** N 4° 47' 39.883"
 - Longitud:** W 75° 41' 17.1509"
 - Altura:** 1470 m
 - Máscara:** 15°
 - Día:** 13/02/2019
 - Tiempo de inicio:** 07:00 UTC -5:00
 - Intervalo de tiempo [horas]:** 6
 - Huso Horario:** (UTC-05:00) Bogota, Lima, Quito, Rio Branco
- Su Configuración:** A section at the bottom left showing the current configuration, including the date (2019-02-13), time zone (UTC -5:00), and visible interval (2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00).
- Mapa:** A map on the right side showing the location of the survey, with a blue pin indicating the selected location near Bogotá, D.C.

3. Dar click en aplicar

The screenshot shows the Trimble GNSS Planning Online interface. The left sidebar contains the 'Selección de satélites' section with a table of satellite systems and their status. The main area is the 'Configuración' section, which includes fields for Latitude, Longitude, Altitude, Mask, Date, Start Time, Time Interval, and Time Zone. A red arrow points to the 'Aplicar' button at the bottom of the configuration section.

Selección de satélites

Satélites: 55/127

Sistema activo	Satélites	
	Seleccionado	Operativo
GPS	31	31
GLONASS	24	24
Galileo	0	20
BeiDou	0	36
QZSS	0	4
IRNSS	0	7

Su Configuración

Hora de almanaque: 2019-02-13

Huso Horario: UTC -5:00

Intervalo visible: 2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00

Configuración

Latitud: N 4° 47' 39.883"

Longitud: W 75° 41' 17.1509"

Altura: 1470 m

Máscara: 15

Día: 13/02/2019 Hoy

Tiempo de inicio: 07:00 UTC -5:00

Intervalo de tiempo [horas]: 6

Huso Horario: (UTC-05:00) Bogota, Lima, Quito, Rio Branco

Aplicar

4. Revisar primeros resultados de la planificación en Biblioteca de Satélites

Trimble GNSS Planning x +
https://www.gnssplanning.com/#/settings

Trimble GNSS Planning Online Configuración **Biblioteca de Satélites** Gráficos Gráfica del Cielo Vista Mundial ES

Selección de satélites

Satélites: 55/127

Sistema activo	Satélites	
	Seleccionado	Operativo
GPS	31	31
GLONASS	24	24
Galileo	0	20
BeiDou	0	36
QZSS	0	4
IRNSS	0	7


Su Configuración

Hora de almanaque: 2019-02-13
Huso Horario: UTC -5:00
Intervalo visible: 2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00

Configuración

Latitud: N 4° 47' 39.883"
Longitud: W 75° 41' 17.1509"
Altura: 1470 m
Máscara: 15
Día: 13/02/2019 Hoy
Tiempo de inicio: 07:00 UTC -5:00
Intervalo de tiempo [horas]: 6
Huso Horario: (UTC-05:00) Bogota, Lima, Quito, Rio Branco

Aplicar



Trimble GNSS Planning x +
https://www.gnssplanning.com/#/satellites

Trimble GNSS Planning Online Configuración **Biblioteca de Satélites** Gráficos Gráfica del Cielo Vista Mundial ES

Selección de satélites

Satélites: 55/127

Sistema activo	Satélites	
	Seleccionado	Operativo
GPS	31	31
GLONASS	24	24
Galileo	0	20
BeiDou	0	36
QZSS	0	4
IRNSS	0	7

Su Configuración

Hora de almanaque: 2019-02-13
Huso Horario: UTC -5:00
Intervalo visible: 2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00

Biblioteca de Satélites

GPS Satélites: 31/32 GLONASS Satélites: 24/24 Galileo Satélites: 0/24 BeiDou Satélites: 0/36 QZSS Satélites: 0/4

Operativo Todos Ninguno Invertir

La biblioteca contiene actualmente información acerca de 127 satélites. 122 de ellos están marcados como sanos. 7 de ellos tienen un almanaque desactualizado.

En esta aplicación se pueden seleccionar sistemas de satélites o seleccionar un satélite específico para visualizar detalles de almanaque.

Selección	ID	Estado	Detalles
<input checked="" type="checkbox"/>	G01	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G02	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G03	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G04	No operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G05	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G12	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G13	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G14	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G15	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G16	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G23	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G24	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G25	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G26	Operativo	i
<input checked="" type="checkbox"/>	G27	Operativo	i

En esta sección se evidencia los satélites que se encuentran activos, de acuerdo a los seleccionados en el apartado selección de satélites. Para este caso, se encuentran activos 31 de 32 de GPS y los 24 de GLONASS.

5. Resultados de la planificación en gráficos

The screenshot shows the Trimble GNSS Planning Online interface. The 'Gráficos' (Graphics) tab is highlighted in the top navigation bar. The main content area displays the 'Selección de satélites' (Satellite Selection) section, which includes a table of satellite systems and their status.

Sistema activo	Satélites	Seleccionado	Operativo
GPS	✓	31	31
GLONASS	✓	24	24
Galileo	✗	0	20
BeiDou	✗	0	36
QZSS	✗	0	4
IRNSS	✗	0	7

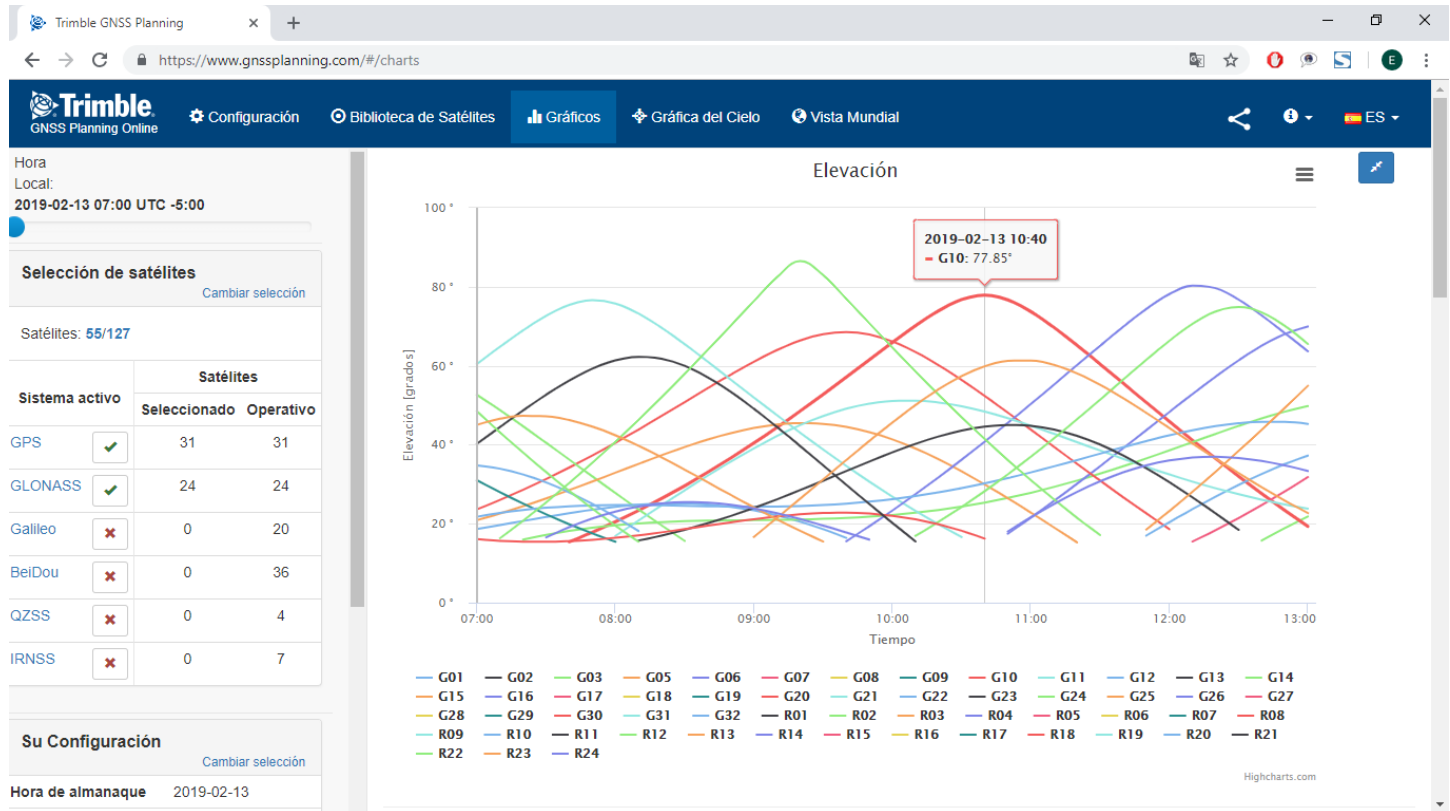
Below the table, the 'Su Configuración' (Your Configuration) section shows the following settings:

- Hora de almanaque: 2019-02-13
- Huso Horario: UTC -5:00
- Intervalo visible: 2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00

The main area displays a grid of satellite status cards. Each card shows a checkmark, a satellite ID (e.g., G01, G02, G03, G04, G05, G12, G13, G14, G15, G16, G23, G24, G25, G26, G27), and a status label (Operativo or No operativo). A red arrow points to the 'Gráficos' tab in the top navigation bar.

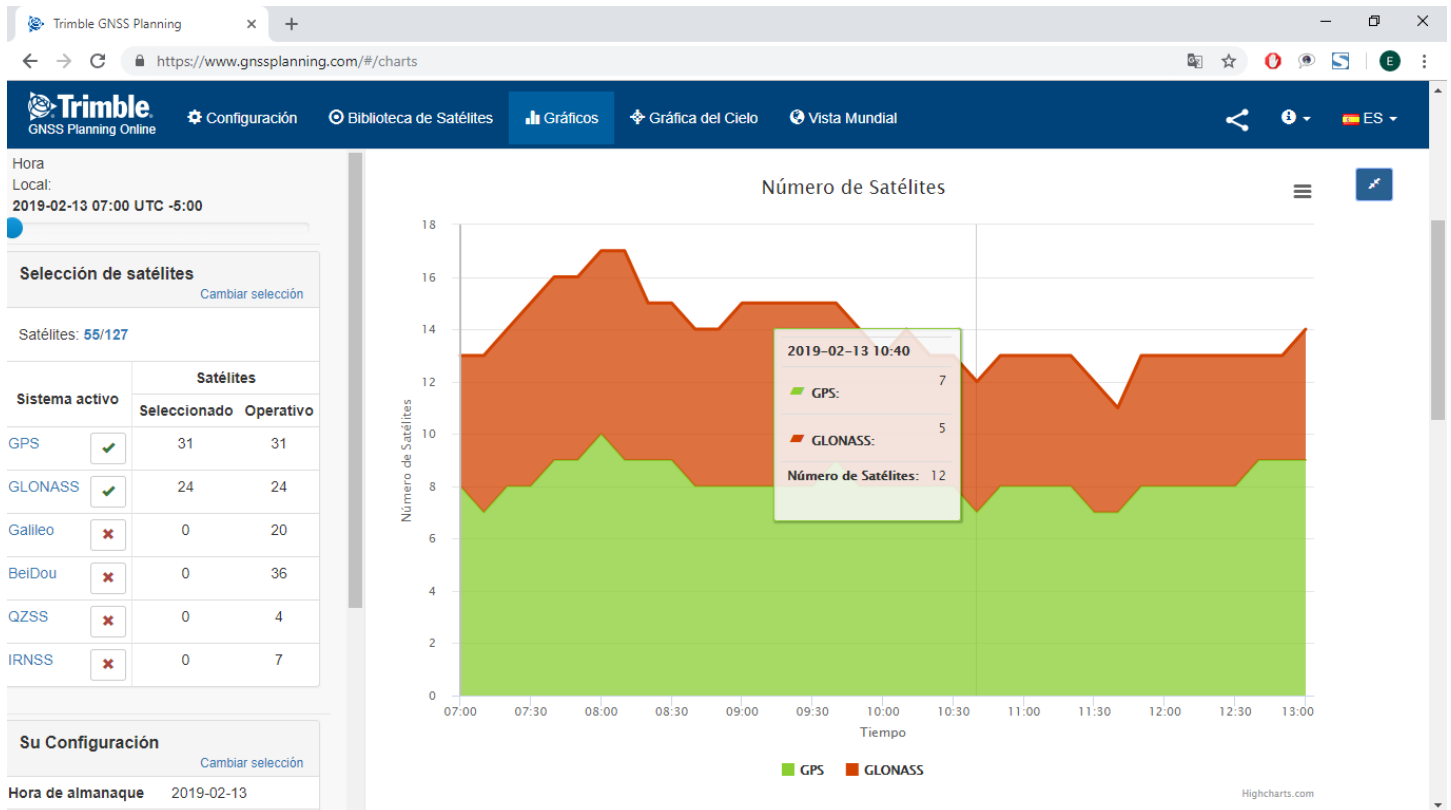
En este apartado de gráficos, se podrán encontrar cinco gráficos diferentes, tales como:

1. Elevación satélites en operación



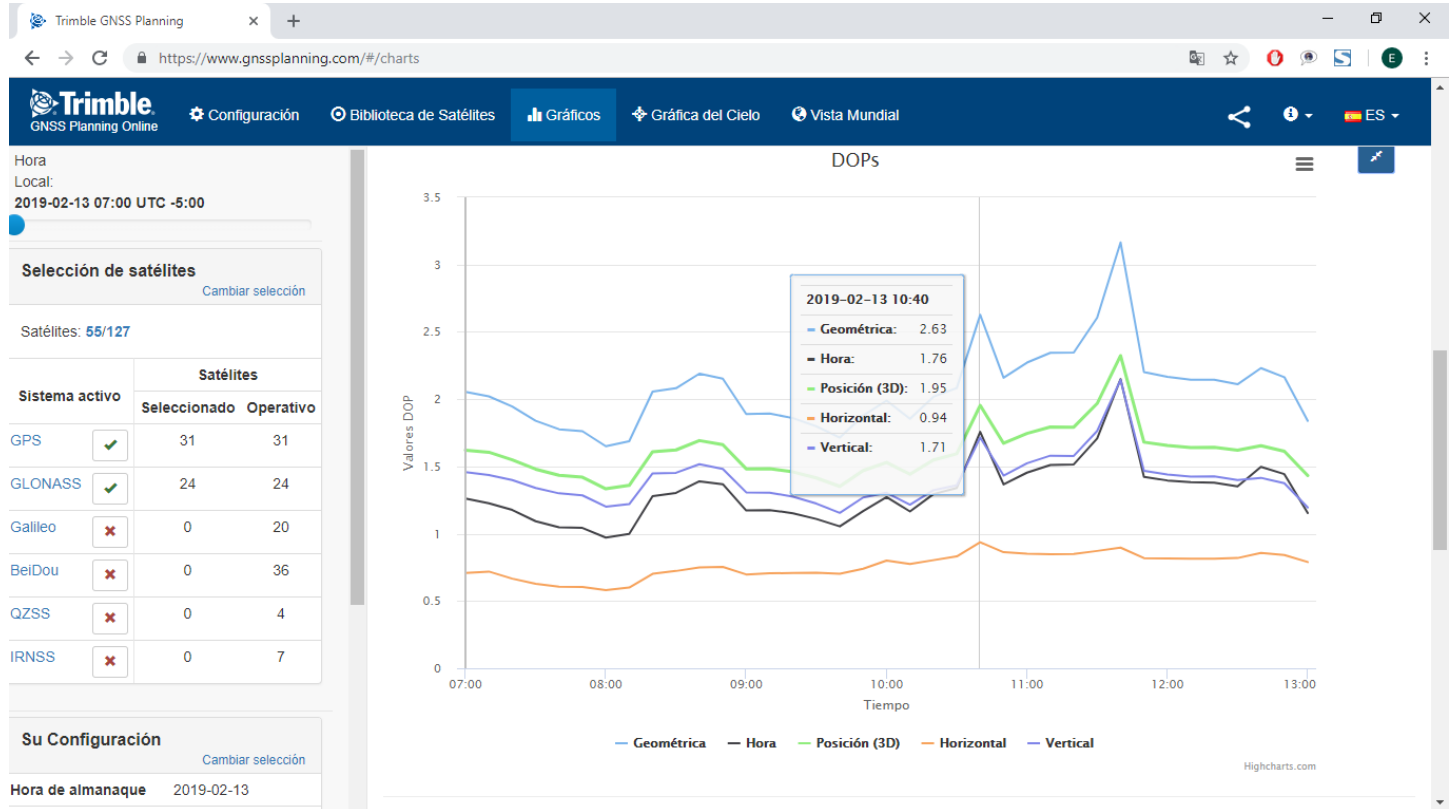
Este gráfico muestra la elevación que tendrán los satélites activos de GPS Y GLONASS (para este caso), respecto al intervalo de tiempo que se asignó en la configuración previa.

2. Número de satélites



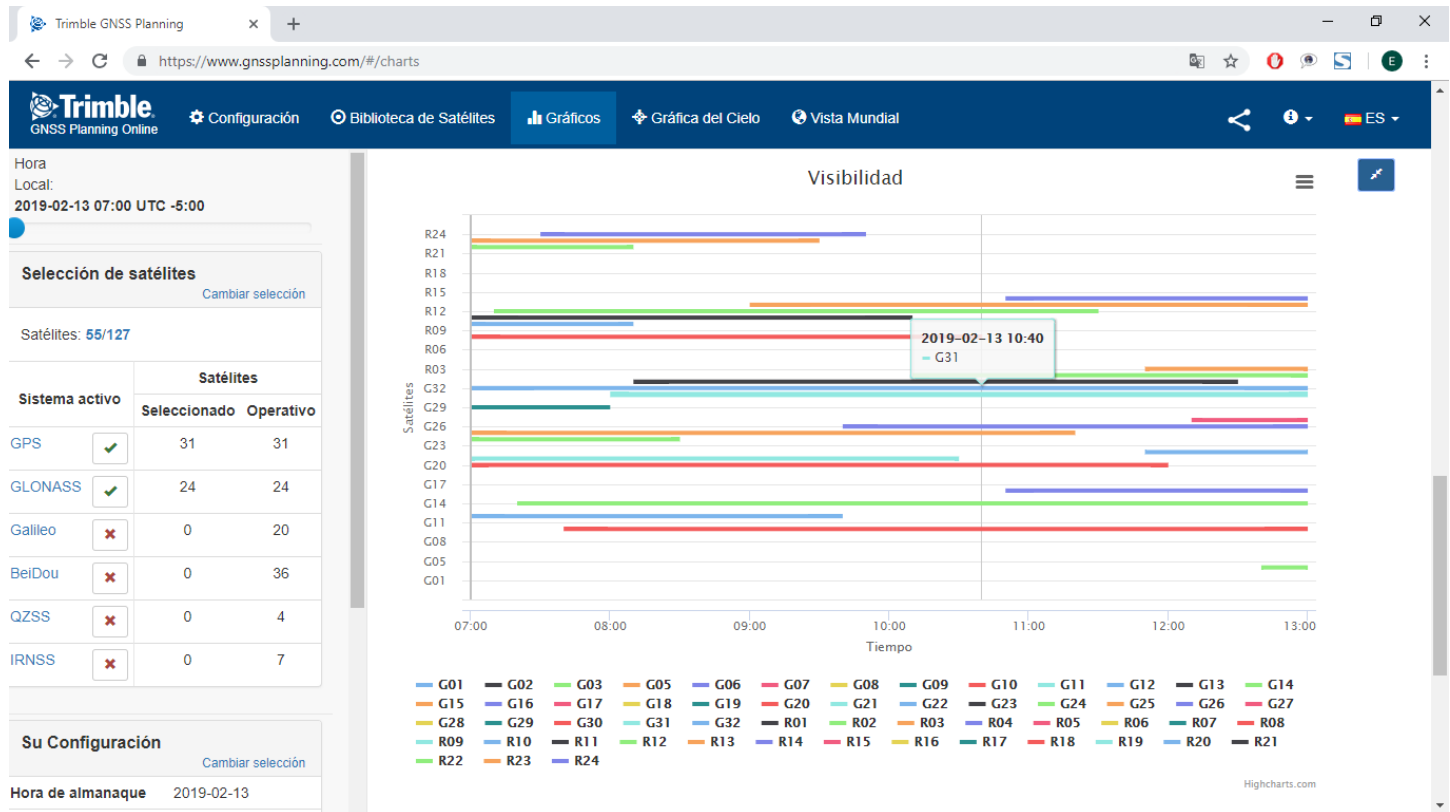
Este gráfico muestra el número de satélites que estará disponible en diferentes horarios, de acuerdo al intervalo de tiempo en el que se estimó el levantamiento de los datos. Proporcionará información sobre en los momentos en que se encontraran mayores satélites, mejorando así el levantamiento de los datos.

3. DOPs



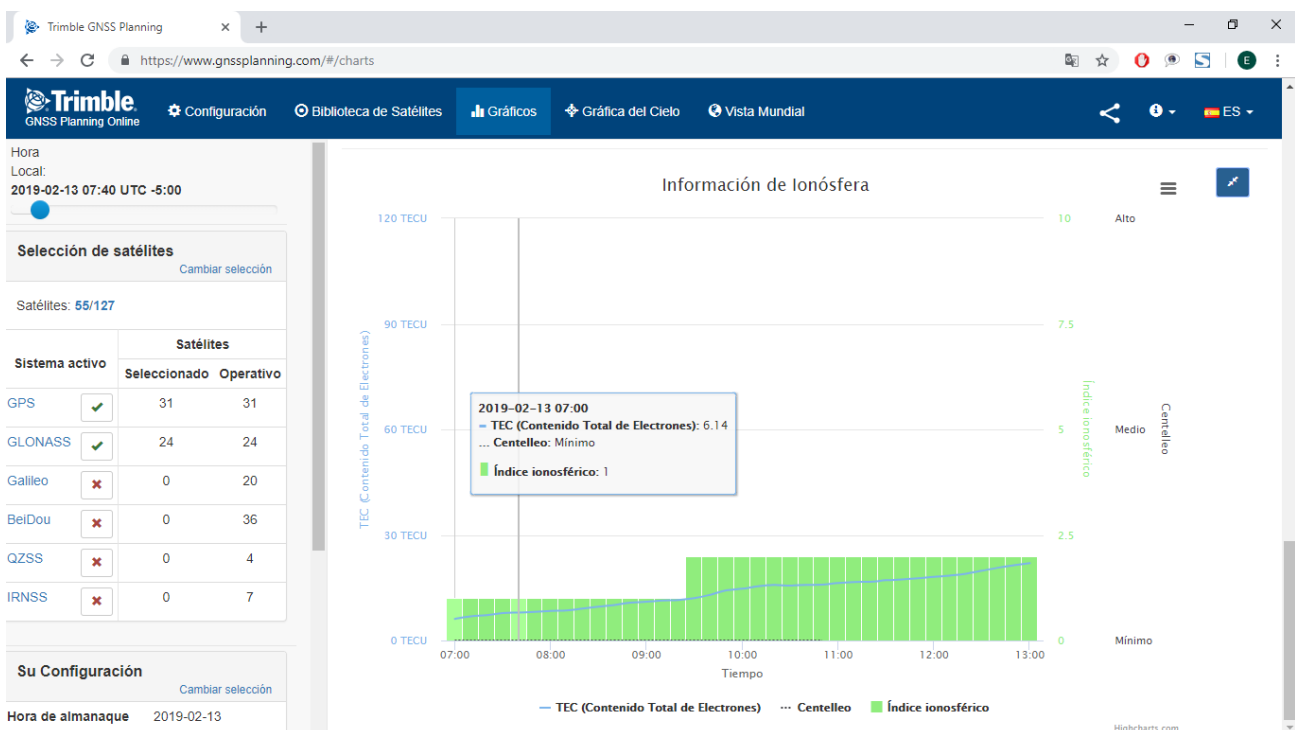
Este gráfico muestra los valores de dilución de la precisión respecto al tiempo. Esto indica los horarios en los cuales se podrán encontrar mayores obstrucciones para la toma de los datos, y a su vez, los que serán mejores.

4. Visibilidad



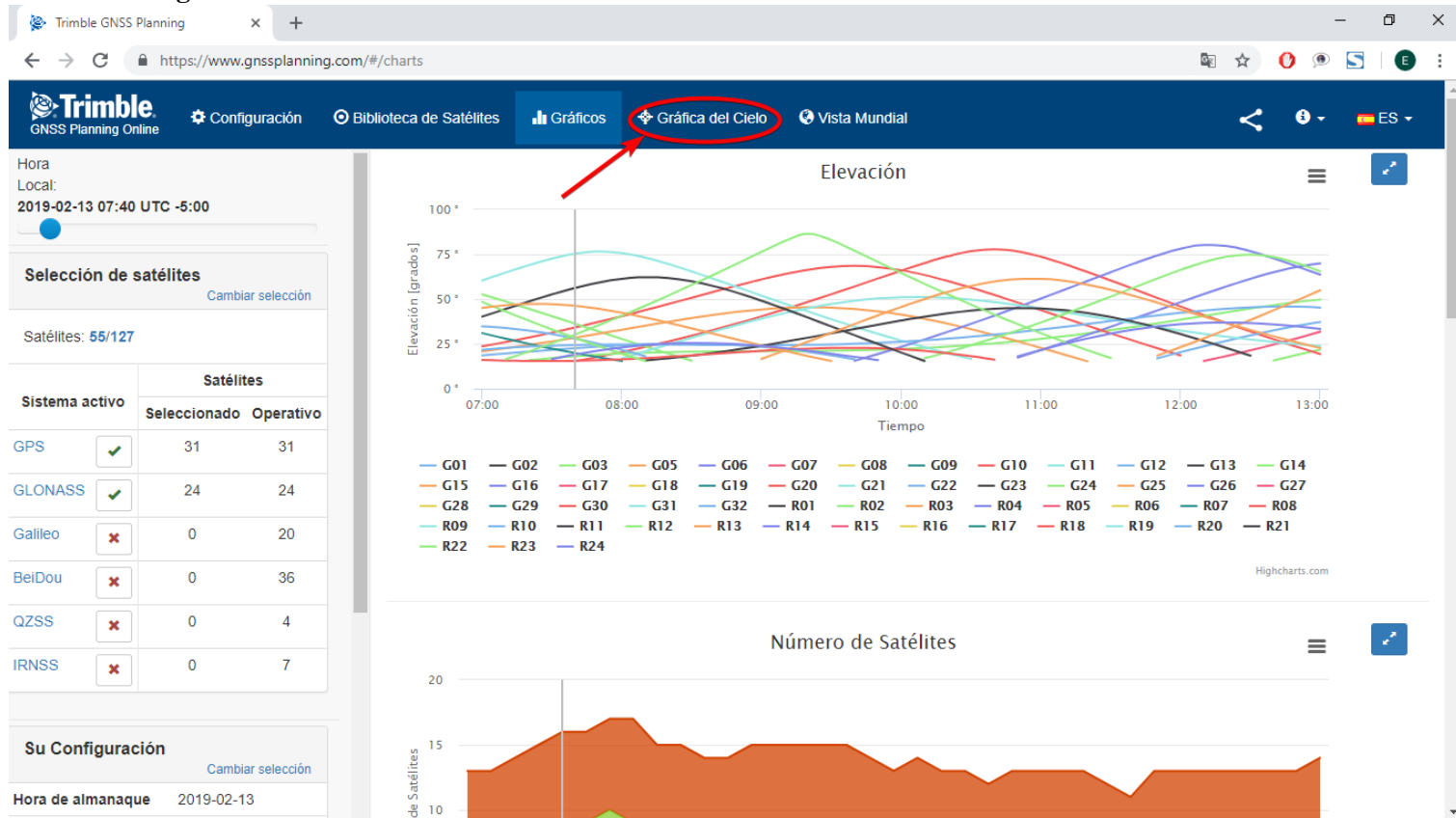
Este gráfico proporciona información sobre la visibilidad de los satélites que están activos con respecto al tiempo.

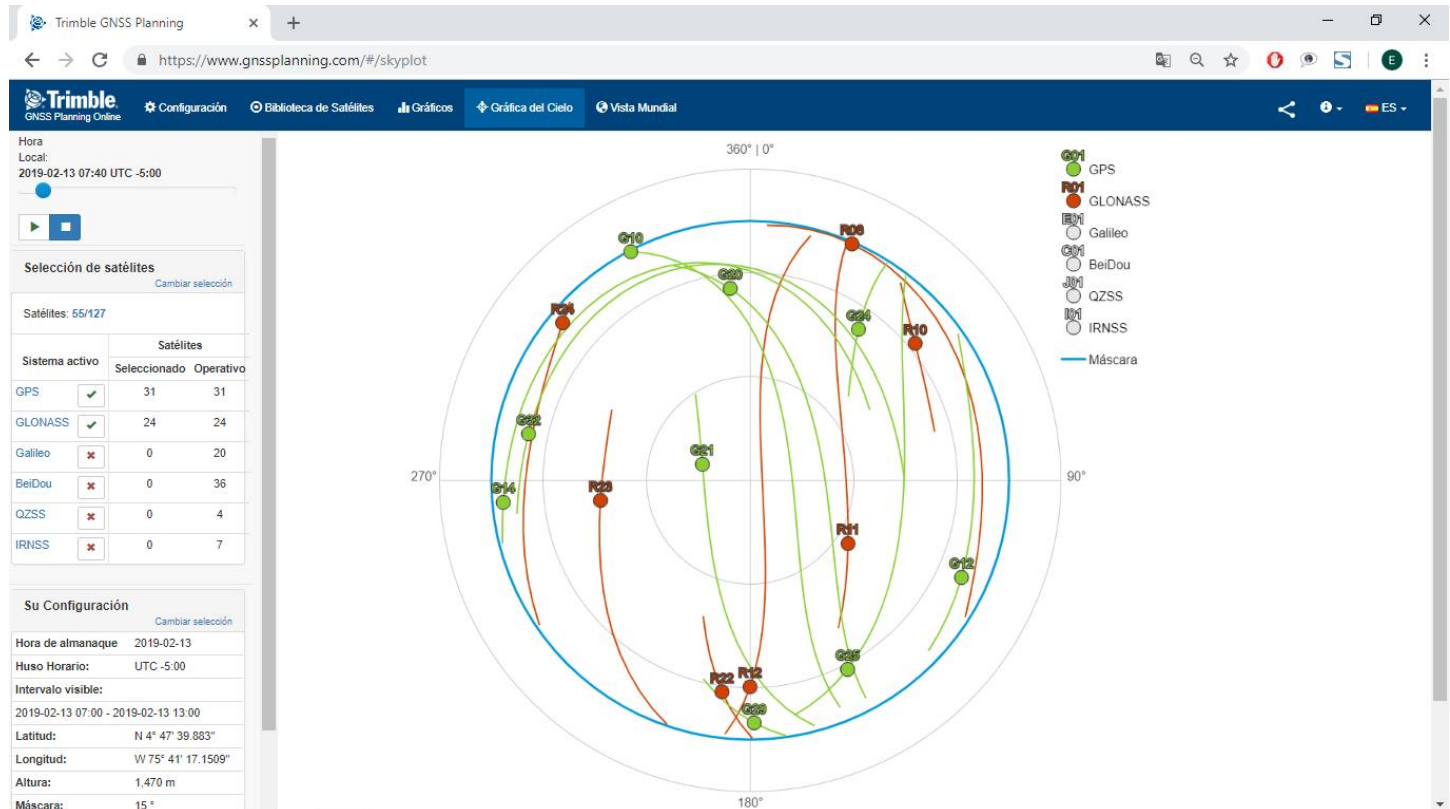
5. Información de ionósfera



Esta gráfica muestra información sobre el comportamiento de la ionósfera con respecto al tiempo. Esto proporcionará una idea sobre el retardo ionosférico. Es decir, que a mayor contenido total de electrones (TEC) e índice ionosférico, mayor retardo de la señal entre el punto de origen y el de destino.

6. Resultados gráfica del cielo

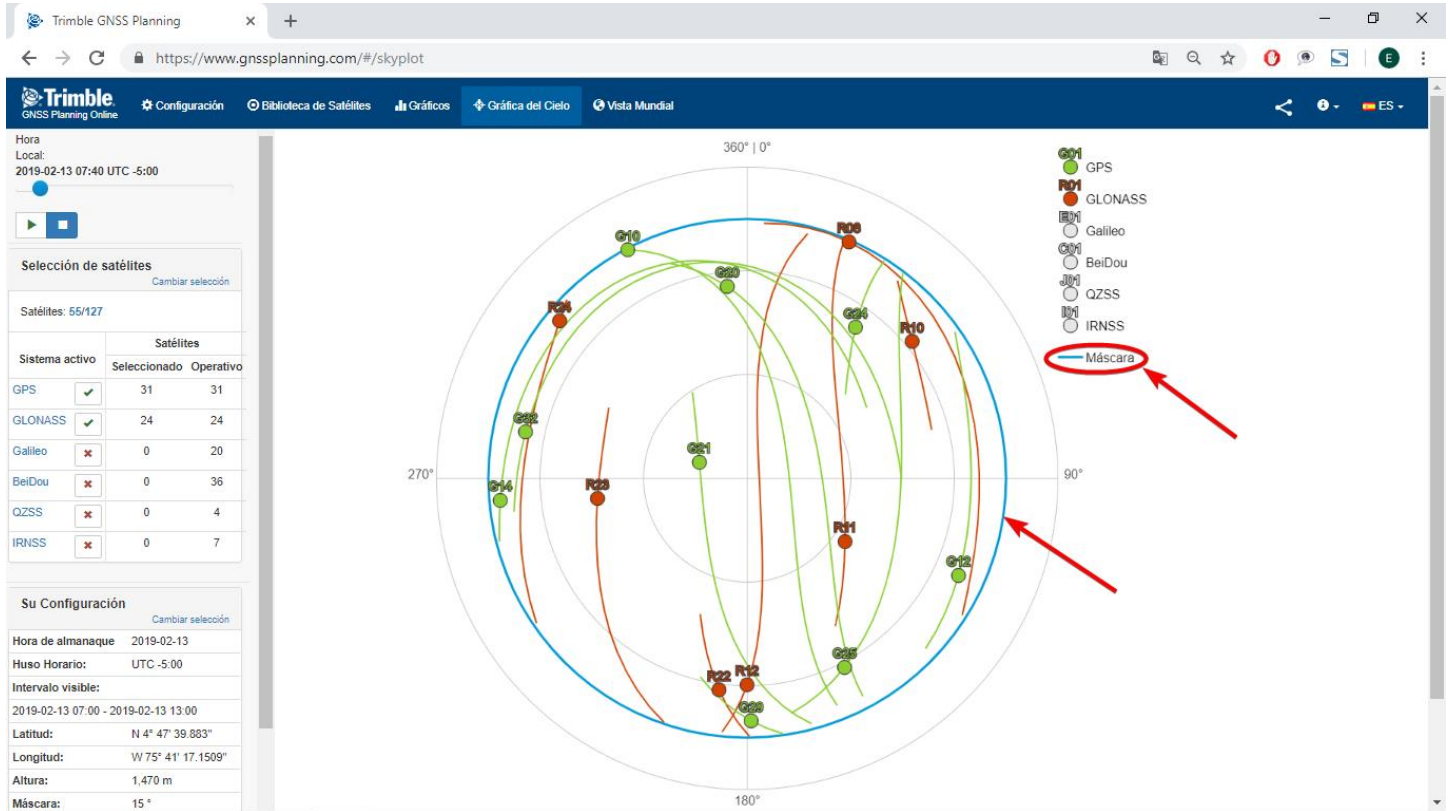




Esta gráfica muestra la ruta que seguirán algunos satélites de los seleccionados previamente (Para este caso, GPS y GLONASS). Además, proporciona información sobre ángulo de la máscara (la cual se mencionó previamente), es decir, el ángulo máximo que alcanza la máscara es de 89° y el mínimo es 0° . Esto revela la ruta de algunos satélites de acuerdo al DOP.

A continuación, se presentan algunas modificaciones en la máscara para evidenciar el cambio.

1. Indicación de la máscara



2. Máscara a los 0°

Trimble GNSS Planning Online

Configuración Biblioteca de Satélites Gráficos Gráfica del Cielo Vista Mundial

Selección de satélites

Satélites: 55/127

Sistema activo	Satélites	Seleccionado	Operativo
GPS	31	31	31
GLONASS	24	24	24
Galileo	0	0	20
BeiDou	0	0	36
QZSS	0	0	4
IRNSS	0	0	7

Su Configuración

Hora de almanaque: 2019-02-13

Huso Horario: UTC -5:00

Intervalo visible: 2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00

Latitud: N 4° 47' 39.883"

Longitud: W 75° 41' 17.1509"

Altura: 1,470 m

Máscara: 0°

Configuración

Latitud: N 4° 47' 39.883"

Longitud: W 75° 41' 17.1509"

Altura: 1470 m

Máscara: 0°

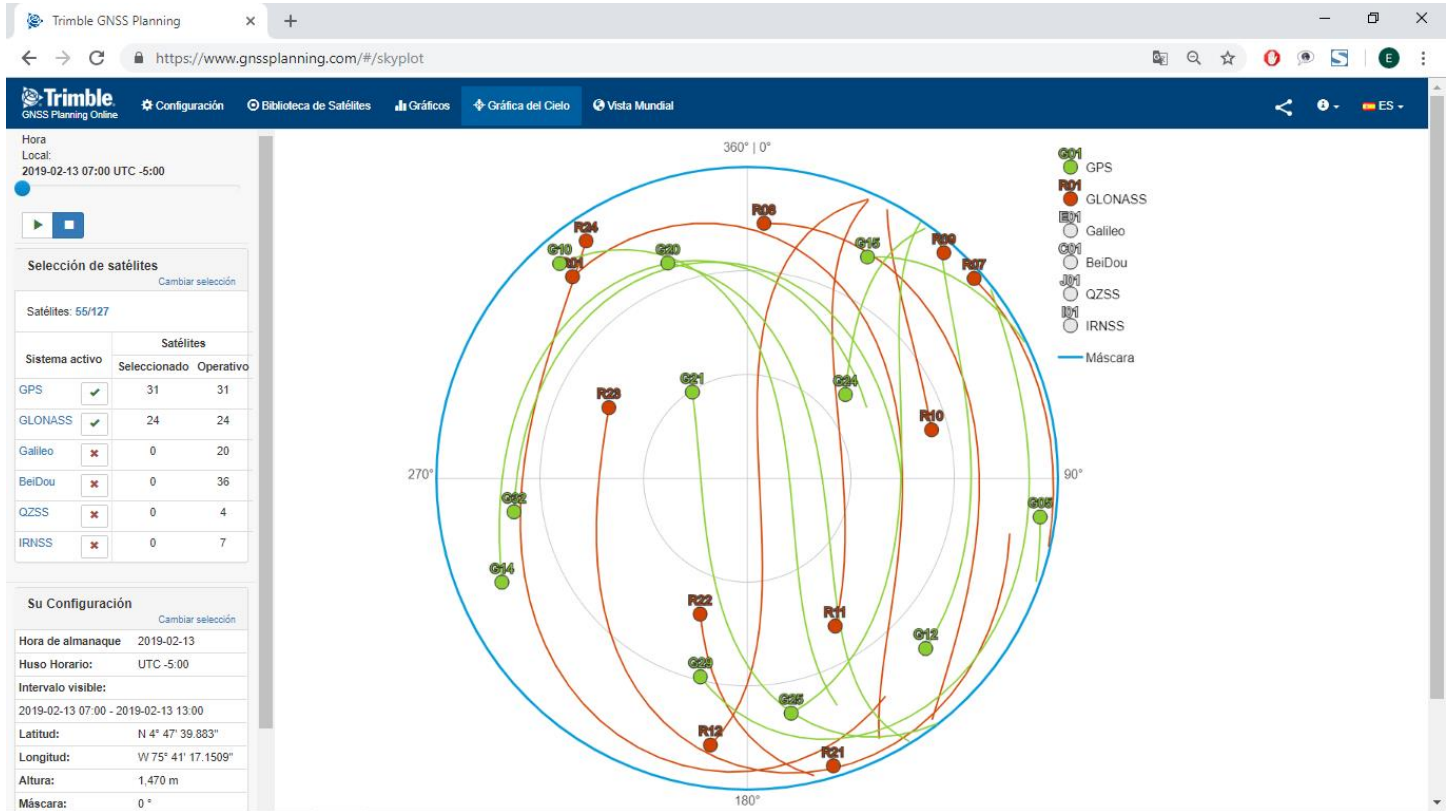
Día: 13/02/2019

Tiempo de inicio: 07:00 UTC -5:00

Intervalo de tiempo (horas): 6

Huso Horario: (UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito, Rio Branco

Aplicar



3. Máscara a los 89°

Trimble GNSS Planning Online

Configuración Biblioteca de Satélites Gráficos Gráfica del Cielo Vista Mundial

Selección de satélites

Satélites: 55/127

Sistema activo	Seleccionado	Operativo
GPS	31	31
GLONASS	24	24
Galileo	0	20
BeiDou	0	36
QZSS	0	4
IRNSS	0	7

Su Configuración

Hora de almanaque: 2019-02-13

Huso Horario: UTC -5:00

Intervalo visible: 2019-02-13 07:00 - 2019-02-13 13:00

Latitud: N 4° 47' 39.883"

Longitud: W 75° 41' 17.1509"

Altura: 1,470 m

Máscara: 89°

Configuración

Latitud: N 4° 47' 39.883"

Longitud: W 75° 41' 17.1509"

Altura: 1470 m

Máscara: 89

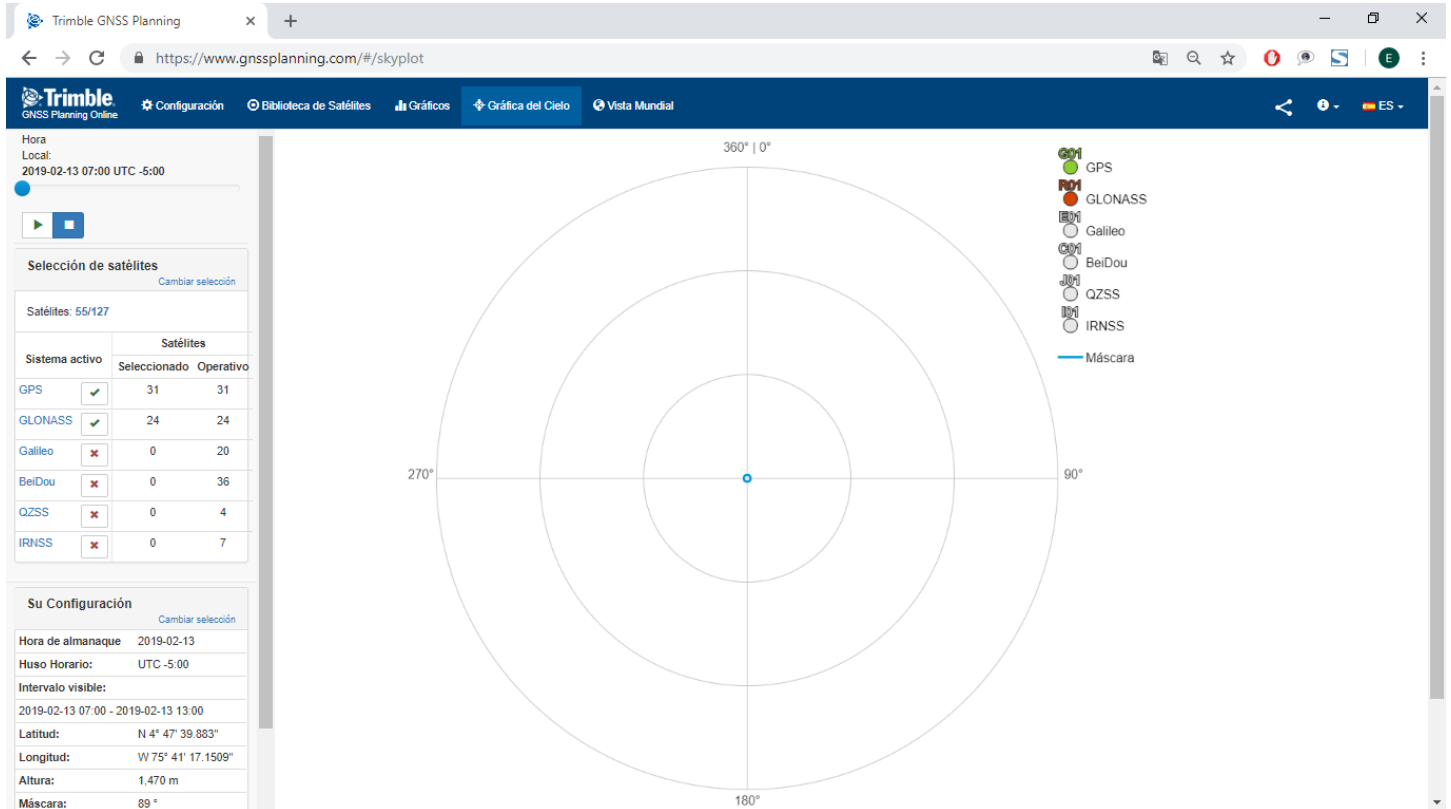
Día: 13/02/2019 Hoy

Tiempo de inicio: 07:00 UTC -5:00

Intervalo de tiempo [horas]: 6

Huso Horario: (UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito, Rio Branco

Aplicar



La planificación previa al levantamiento de datos proporciona información valiosa para la toma de decisiones en el momento en que se vayan a capturar los datos.

Recomendación: Es importante revisar previo al día del levantamiento cómo será el clima. Se puede consultar en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en Colombia. Para este caso y por ser en el departamento de Risaralda, se consultó la Red Hidroclimatológica de Risaralda (REDH).

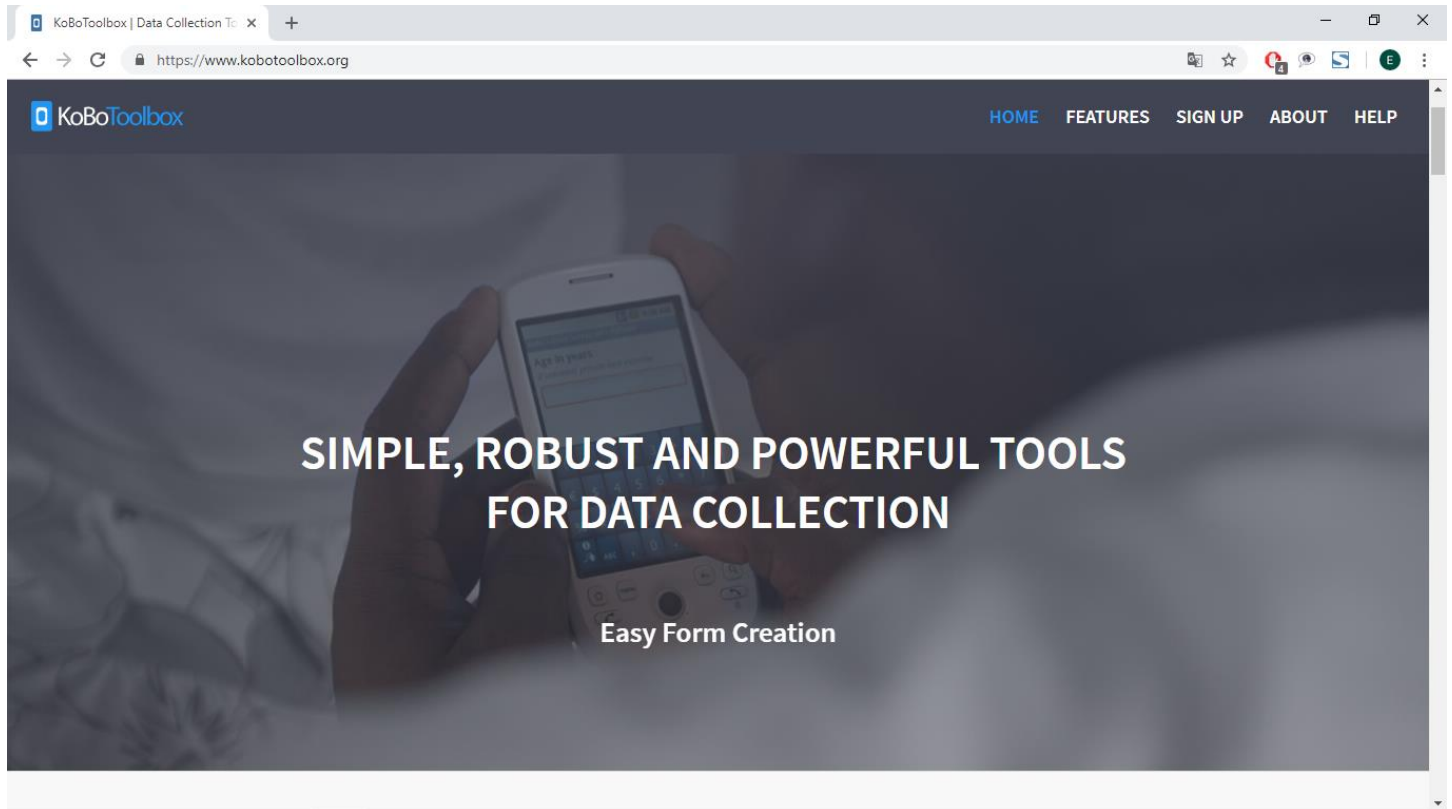
• KoBoToolbox

Creación de formulario para realizar la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para iniciar con la aplicación KoBoToolbox se debe:

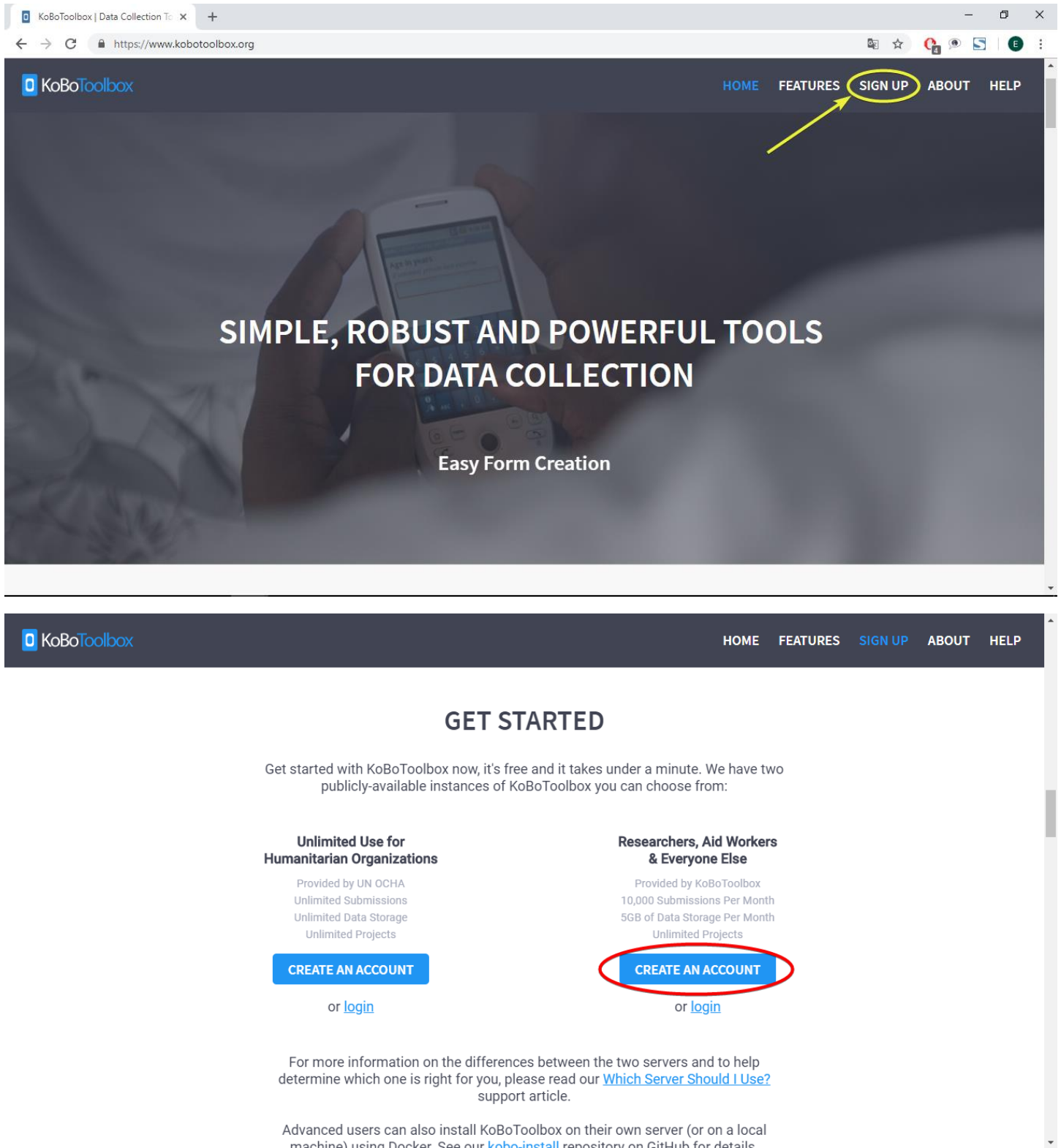
1. Se debe de ingresar a la página web de la aplicación.

KoBoToolbox: <https://www.kobotoolbox.org/>



2. Crear una cuenta (registrarse) en la página KoBoToolbox.

Para realizar la creación de la cuenta, se debe de hacer con el correo institucional o con la instancia Humanitaria de Harvard.



The screenshot shows the KoBoToolbox website. The top navigation bar includes links for HOME, FEATURES, SIGN UP, ABOUT, and HELP. The 'SIGN UP' link is highlighted with a yellow circle and a yellow arrow. Below the navigation bar is a large banner with the text 'SIMPLE, ROBUST AND POWERFUL TOOLS FOR DATA COLLECTION' and 'Easy Form Creation'. Below the banner is a 'GET STARTED' section. This section contains two columns of information about different server instances. The first column is for 'Unlimited Use for Humanitarian Organizations' and the second is for 'Researchers, Aid Workers & Everyone Else'. Both columns have a 'CREATE AN ACCOUNT' button. The 'CREATE AN ACCOUNT' button in the second column is highlighted with a red circle. Below the buttons, there is a link to 'login' and a paragraph of text providing more information on the differences between the two servers and a link to a support article. At the bottom, there is a paragraph about installing KoBoToolbox on a local machine using Docker.

KoBoToolbox | Data Collection Tools

https://www.kobotoolbox.org

HOME FEATURES **SIGN UP** ABOUT HELP

**SIMPLE, ROBUST AND POWERFUL TOOLS
FOR DATA COLLECTION**

Easy Form Creation

GET STARTED

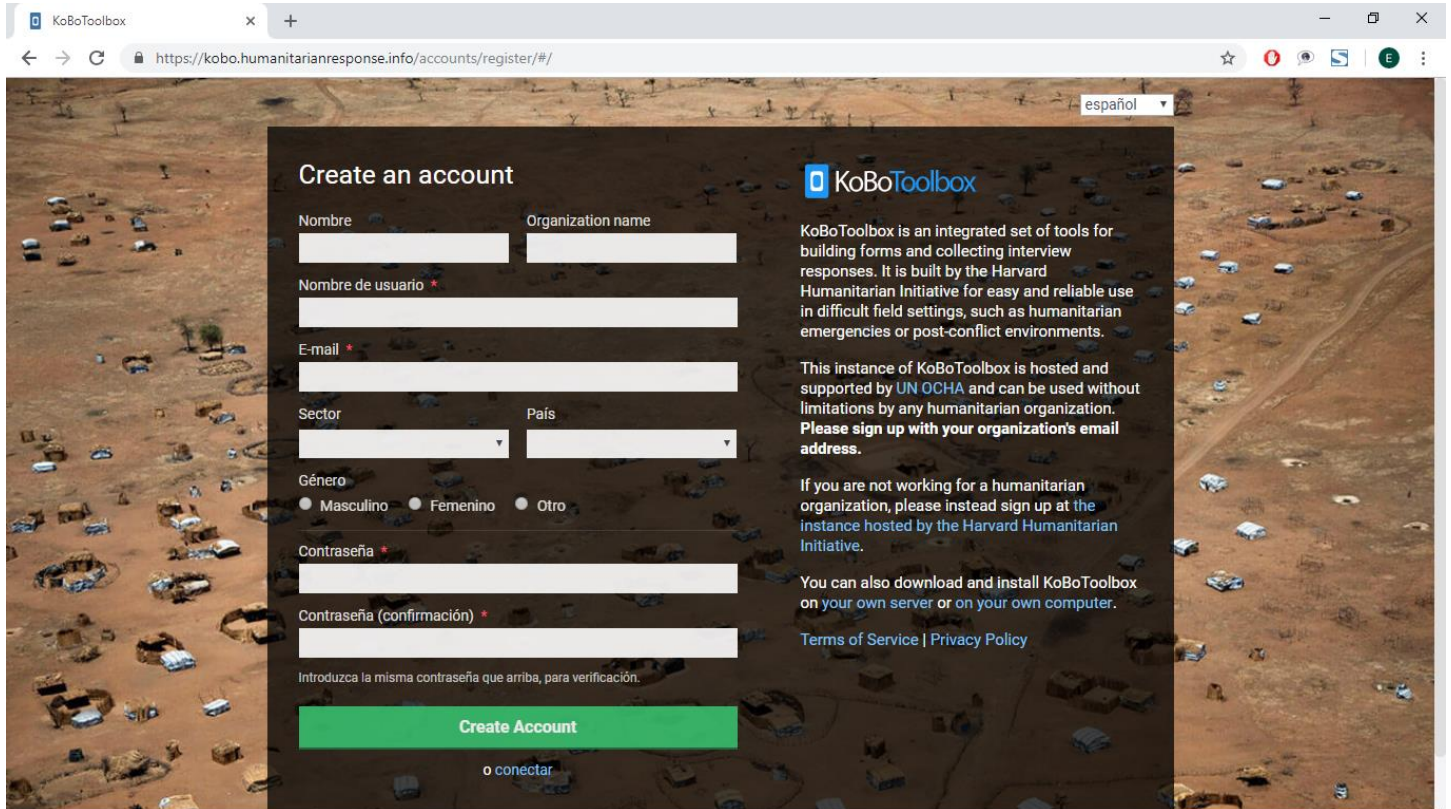
Get started with KoBoToolbox now, it's free and it takes under a minute. We have two publicly-available instances of KoBoToolbox you can choose from:

Unlimited Use for Humanitarian Organizations	Researchers, Aid Workers & Everyone Else
Provided by UN OCHA	Provided by KoBoToolbox
Unlimited Submissions	10,000 Submissions Per Month
Unlimited Data Storage	5GB of Data Storage Per Month
Unlimited Projects	Unlimited Projects
CREATE AN ACCOUNT	CREATE AN ACCOUNT
or login	or login

For more information on the differences between the two servers and to help determine which one is right for you, please read our [Which Server Should I Use?](#) support article.

Advanced users can also install KoBoToolbox on their own server (or on a local machine) using Docker. See our [kobo-install](#) repository on GitHub for details.

Llenar los campos requeridos. En la apartado Sector, se indica el sector en el que trabaja o se formó. Luego de crear la cuenta, es necesario revisar el E-mail, debido a que envían el url para finalizar la activación de la cuenta.



The screenshot shows the 'Create an account' page of KoBoToolbox. The page is in Spanish, with a language dropdown set to 'español'. The background is an aerial view of a dry, dusty landscape with small, scattered huts. The registration form includes the following fields and options:

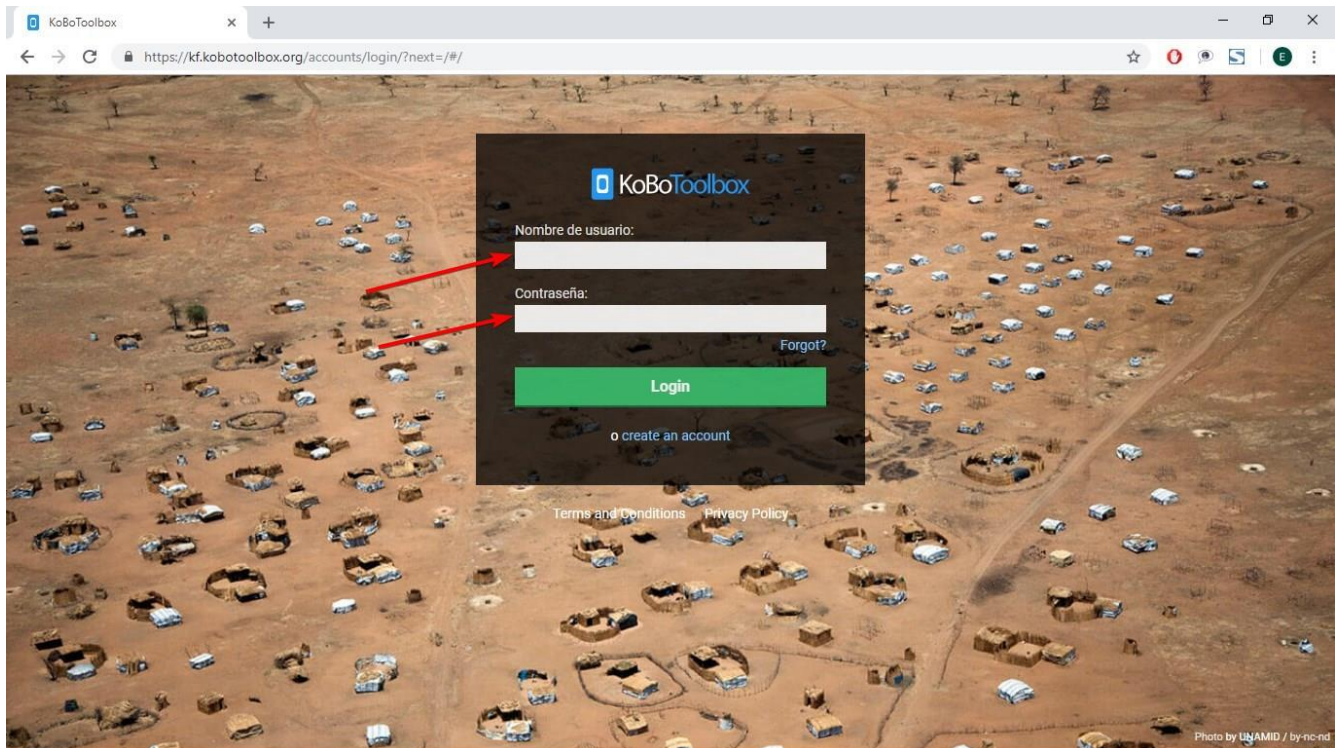
- Nombre** (Name) and **Organization name** (Organization name): Text input fields.
- Nombre de usuario *** (Username): Text input field.
- E-mail *** (Email): Text input field.
- Sector** (Sector): Dropdown menu.
- País** (Country): Dropdown menu.
- Género** (Gender): Radio buttons for **Masculino** (Male), **Femenino** (Female), and **Otro** (Other).
- Contraseña *** (Password): Text input field.
- Contraseña (confirmación) *** (Password confirmation): Text input field.
- A note below the password fields: 'Introduzca la misma contraseña que arriba, para verificación.' (Enter the same password as above, for verification).
- Create Account**: A large green button.
- o conectar** (or connect): A link below the main button.

On the right side of the form, there is a KoBoToolbox logo and descriptive text:

- KoBoToolbox** logo.
- Text: 'KoBoToolbox is an integrated set of tools for building forms and collecting interview responses. It is built by the Harvard Humanitarian Initiative for easy and reliable use in difficult field settings, such as humanitarian emergencies or post-conflict environments.'
- Text: 'This instance of KoBoToolbox is hosted and supported by **UN OCHA** and can be used without limitations by any humanitarian organization. **Please sign up with your organization's email address.**'
- Text: 'If you are not working for a humanitarian organization, please instead sign up at the instance hosted by the Harvard Humanitarian Initiative.'
- Text: 'You can also download and install KoBoToolbox on your own server or on your own computer.'
- Links: [Terms of Service](#) | [Privacy Policy](#)

3. Creación de formulario

Luego de la creación de la cuenta y entrar al url que envían al E-mail, llenar los campos e ingresar a koBoToolbox.



The screenshot shows the login page of KoBoToolbox. The page is in Spanish, with a language dropdown set to 'español'. The background is the same aerial view of a dry, dusty landscape with small, scattered huts. The login form includes the following fields and options:

- Nombre de usuario:** (Username): Text input field.
- Contraseña:** (Password): Text input field.
- Forgot?**: A link next to the password field.
- Login**: A large green button.
- o create an account** (or create an account): A link below the main button.

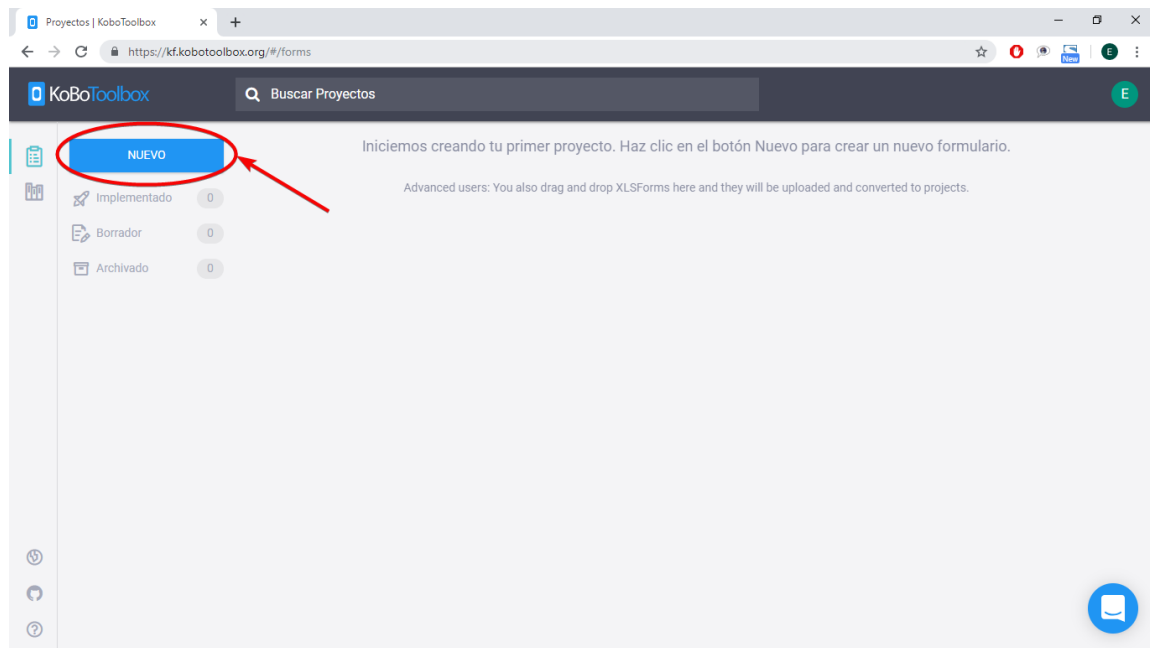
At the bottom of the page, there are links for [Terms and Conditions](#) and [Privacy Policy](#). A photo credit 'Photo by UNAMID / by-nc-nd' is visible in the bottom right corner.

Two red arrows point to the 'Nombre de usuario:' and 'Contraseña:' fields, indicating where to enter the login credentials.

Ya estando en la herramienta KoBoToolbox, se iniciará con la creación de un formulario básico para realizar la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para la creación del formulario se llevan a cabo los siguientes pasos:

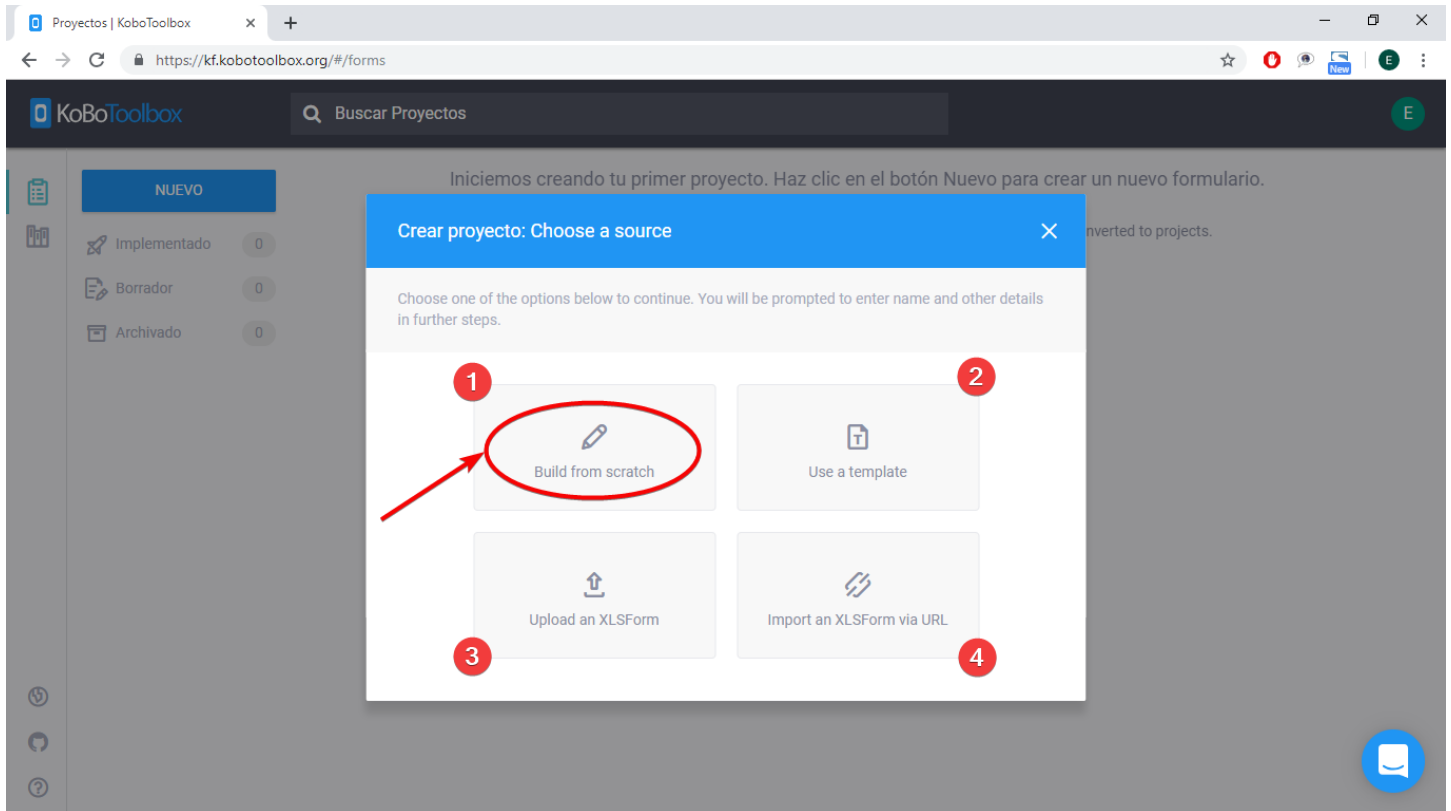
1. Dar click en nuevo para empezar la creación del formulario.



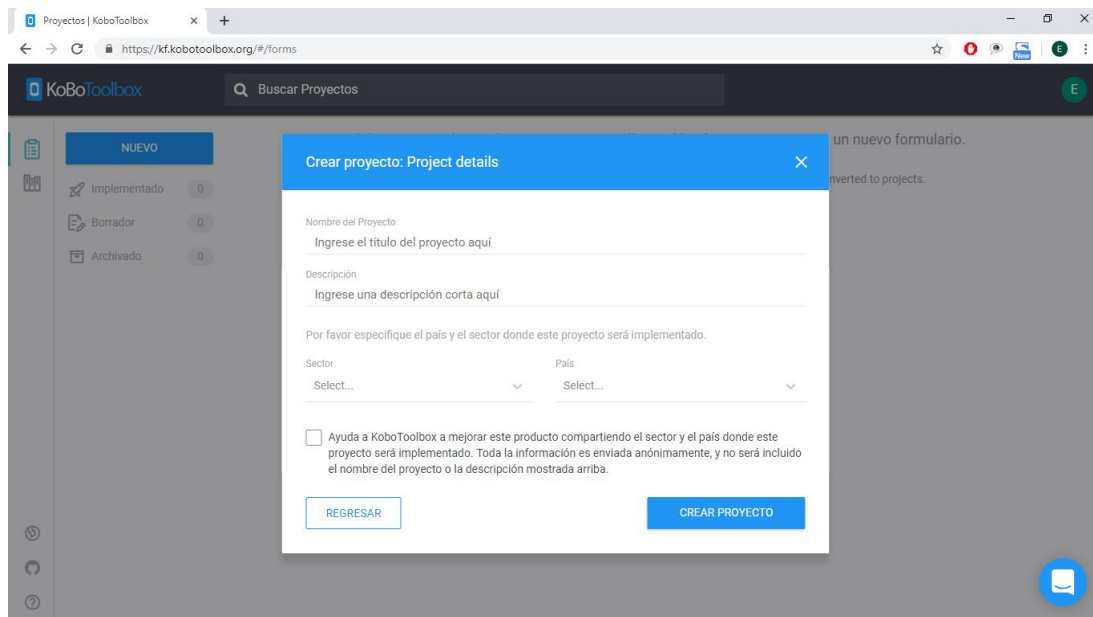
Genera una pestaña, en la cual brinda diferentes opciones para la creación de un formulario, tales como:

1. Construir desde cero
2. Usar una plantilla
3. Subir una XLSForm
4. Importar una XLSForm via url

Para este caso se creará el formulario desde cero.



Pedirá características del formulario, tales como; nombre, descripción, país, etc.



En este caso solo se pondrá el nombre del formulario.

Proyectos | KoBoToolbox

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms

KoBoToolbox

Buscar Proyectos

NUEVO

Implementado 0

Borrador 0

Archivado 0

Crear proyecto: Project details

Nombre del Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica

Descripción

Ingrese una descripción corta aquí

Por favor especifique el país y el sector donde este proyecto será implementado.

Sector

Select...

País

Select...

☐ Ayuda a KoBoToolbox a mejorar este producto compartiendo el sector y el país donde este proyecto será implementado. Toda la información es enviada anónimamente, y no será incluido el nombre del proyecto o la descripción mostrada arriba.

REGRESAR

CREAR PROYECTO

Luego se crea el proyecto (Formulario).

Proyectos | KoBoToolbox

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms

KoBoToolbox

Buscar Proyectos

NUEVO

Implementado 0

Borrador 0

Archivado 0

Crear proyecto: Project details

Nombre del Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica

Descripción

Ingrese una descripción corta aquí

Por favor especifique el país y el sector donde este proyecto será implementado.

Sector

Select...

País

Select...

☐ Ayuda a KoBoToolbox a mejorar este producto compartiendo el sector y el país donde este proyecto será implementado. Toda la información es enviada anónimamente, y no será incluido el nombre del proyecto o la descripción mostrada arriba.

REGRESAR

CREAR PROYECTO

Ahora se pasará a la creación de las preguntas que tendrá el formulario.

En la parte superior se apreciará el nombre del formulario. Además, da una indicación de cómo se pueden añadir las preguntas.

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR

Esté formulario está vacío.

Puede añadir preguntas, notas, entradillas u otros campos pulsando en el signo '+' de más abajo.

Para añadir una pregunta se le da en el '+’.

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

Este formulario está vacío.
Puede añadir preguntas, notas, entradillas u otros campos pulsando en el signo '+' de más abajo.

GUARDAR

Add from Library

Layout & Settings

Se genera un recuadro para añadir la pregunta.

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

Add from Library

Layout & Settings

+ Añadir pregunta

Se le indica para añadir la primera pregunta. Este genera un recuadro con las opciones de pregunta que se pueden añadir. Para este caso, se añade una pregunta tipo texto.

Localización de los recipientes de

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

Add from Library

Layout & Settings

Seleccione uno

1.0 Decimal

Point

Línea

Área

1+1 Calcular

Seleccione varios

Fecha

Foto

Nota

Rating

File

abc Texto

Hora

Audio

Barcode / QR Code

Question Matrix

1..1 Range

123 Número

Fecha y hora

Vídeo

Reconocer

Jerarquización



Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

abc New Question
Pregunta sugerencia

Ya estando la pregunta añadida, se debe de configurar y darle el nombre correspondiente. Esto se hace desde la barra de herramientas que tiene al lado derecho. Los iconos muestran lo siguiente:

El primero: Es para las configuraciones de la pregunta.

El segundo: Para eliminar la pregunta.

El tercero: Para copiar la pregunta.

El cuarto: Para añadir a la biblioteca la pregunta.

Si se da click en la configuración de la pregunta, genera el siguiente recuadro:

The screenshot shows the KoboToolbox web interface for editing a form. The browser address bar displays the URL: <https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit>. The page title is "Proyecto" and the subtitle is "Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira". A blue "GUARDAR*" button is visible in the top right corner.

The main content area is titled "New Question" with a subtitle "Pregunta sugerencia". On the left, there is a sidebar with the following options:

- Configuración
- Opciones de pregunta
- Lógica de exclusión
- Criterios de validación

The "Configuración" section is currently selected, displaying the following settings:

- Nombre De La Columna De Datos:
- Guidance Hint:
- Respuesta Obligatoria: ☐ Si
- Read Only: ☐ Si
- Respuesta Predeterminada:
- HXL:
- Apariencia (Avanzada):

A blue chat bubble icon is located in the bottom right corner of the interface.

En este se selecciona el 'si' de la respuesta obligatoria y se le asigna el nombre a la pregunta.

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

Add from Library Layout & Settings

abc New Question
Pregunta sugerencia

Configuración

Opciones de pregunta

Lógica de exclusión

Criterios de validación

Nombre De La Columna De Datos: New_Question

Guidance Hint:

Respuesta Obligatoria: ☐ Si

Read Only: ☐ Si

Respuesta Predeterminada:

HXL: #tag Attributes

Apariencia (Avanzada): select

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

Add from Library Layout & Settings

abc * Recipiente
Pregunta sugerencia

Configuración

Opciones de pregunta

Lógica de exclusión

Criterios de validación

Nombre De La Columna De Datos: Recipiente

Guidance Hint:

Respuesta Obligatoria: ☒ Si

Read Only: ☐ Si

Respuesta Predeterminada:

HXL: #tag Attributes

Apariencia (Avanzada): select

De la misma manera para las siguientes preguntas. Para este caso, se añadirá un campo más de texto, otro de localización y el último de fotografía.

Localización de los recipientes de x

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit

Proyecto
Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

Add from Library

Layout & Settings

abc * Recipiente
Pregunta sugerencia

Seleccione uno

1.0 Decimal

Point

Línea

Área

1+1 Calcular

Seleccione varios

Fecha

Foto

Nota

Rating

File

abc Texto

Hora

Audio

Barcode / QR Code

Question Matrix

1..1 Range

123 Número

Fecha y hora

Vídeo

Reconocer

Jerarquización

Localización de los recipientes de

+

← → ↻

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit

🔑 ☆ 🔴 🔵 🔵 🔵

📄

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

✕

👁️ 📄 📱

Add from Library

Layout & Settings

abc

* Recipiente
Pregunta sugerencia

⚙️ 🗑️ 📄 📱

abc

* Tipo de Residuos
Pregunta sugerencia

⚙️ 🗑️ 📄 📱

+

🗨️

Ahora el campo de localización.

Localización de los recipientes de

+

← → ↻

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit

🔑 ☆ 🔴 🔵 🔵 🔵

📄

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

✕

👁️ 📄 📱

Add from Library

Layout & Settings

abc

* Recipiente
Pregunta sugerencia

⚙️ 🗑️ 📄 📱

abc

* Tipo de Residuos
Pregunta sugerencia

⚙️ 🗑️ 📄 📱

Selecione uno

Selecione varios

abc Texto

123 Número

1.0 Decimal

Fecha

Hora

Fecha y hora

📍 Point

Foto

Audio

Video

Linea

Nota

Barcode / QR Code

Reconocer

Área

Rating

Question Matrix

Jerarquización

1+1 Calcular

File

1..1 Range

🗨️

Localización de los recipientes de

+

← → ↺

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit

🔑 ☆ 🔴 🔵 📄

⋮

📄

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

✕

👁 📄 📄

Add from Library

Layout & Settings

abc	* Recipiente <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️🗑📄📄</div>
abc	* Tipo de Residuos <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️🗑📄📄</div>
📍	* Localización <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️🗑📄📄</div>

+

Y por último, el campo de fotografía.

Localización de los recipientes de

+

← → ↻

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit

🔑 ☆ 🔍 📄 🌐 ⌵

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

✕

Add from Library

Layout & Settings

abc	* Tipo de Residuos <i>Pregunta sugerencia</i>		
	* Localización <i>Pregunta sugerencia</i>		

✕

🕒 Seleccione uno

1.0 Decimal

📍 Point

🔗 Línea

📐 Área

1+1 Calcular

☰ Seleccione varios

📅 Fecha

Foto

📝 Nota

📊 Rating

📁 File

abc Texto

🕒 Hora

🔊 Audio

📄 Barcode / QR Code

📊 Question Matrix

1..1 Range

123 Número

📅 Fecha y hora

📺 Vídeo

✅ Reconocer

📋 Jerarquización

Localización de los recipientes de

+

← → ↻

https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aN4Ey7gERSRzkwb2Hxe24V/edit

🔑 ☆ 🔍 📄 🌐

📄

Proyecto

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

✕

👁️ 📄 📱

Add from Library

Layout & Settings

abc	* Recipiente <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️ 🗑️ 📄 📱</div>
abc	* Tipo de Residuos <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️ 🗑️ 📄 📱</div>
📍	* Localización <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️ 🗑️ 📄 📱</div>
📷	* Fotografía <i>Pregunta sugerencia</i>	<div>⚙️ 🗑️ 📄 📱</div>

+

💬

Así se ha terminado el formulario para la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Se le indica guardar el formulario.

Localización de los recipientes de

Proyecto
Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

Add from Library Layout & Settings

abc	* Recipiente Pregunta sugerencia	
abc	* Tipo de Residuos Pregunta sugerencia	
	* Localización Pregunta sugerencia	
	* Fotografía Pregunta sugerencia	

+

Luego se cierra esta pestaña.

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

GUARDAR*

abc * Recipiente
Pregunta sugerencia

abc * Tipo de Residuos
Pregunta sugerencia

* Localización
Pregunta sugerencia

* Fotografía
Pregunta sugerencia

Por último, se implementa el formulario para que se pueda llenar con los datos que se levantarán en campo.

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira

IMPLEMENTAR

NUEVO

Implementado 6

Borrador 1

Archivado 1

Versión borrador

If you want to make these changes public, you must deploy this form.

v1 (no implementado) Última Modificación : Today at 11:45 PM - 4 preguntas

Languages: This project has no languages defined yet

The screenshot shows the KoBoToolbox web interface in a browser. The address bar displays <https://kf.kobotoolbox.org/#/forms>. The page header includes the KoBoToolbox logo and a search bar labeled "Buscar Proyectos". On the left sidebar, there are icons for "NUEVO" (New), "Implementado" (Implemented), "Borrador" (Draft), and "Archivado" (Archived). The "Implementado" section is active, showing a table with one project entry.

Nombre	Compartido por	Creado	Última Modificación	Entradas de d...
Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de...		February 13, 2019	February 13, 2019	0

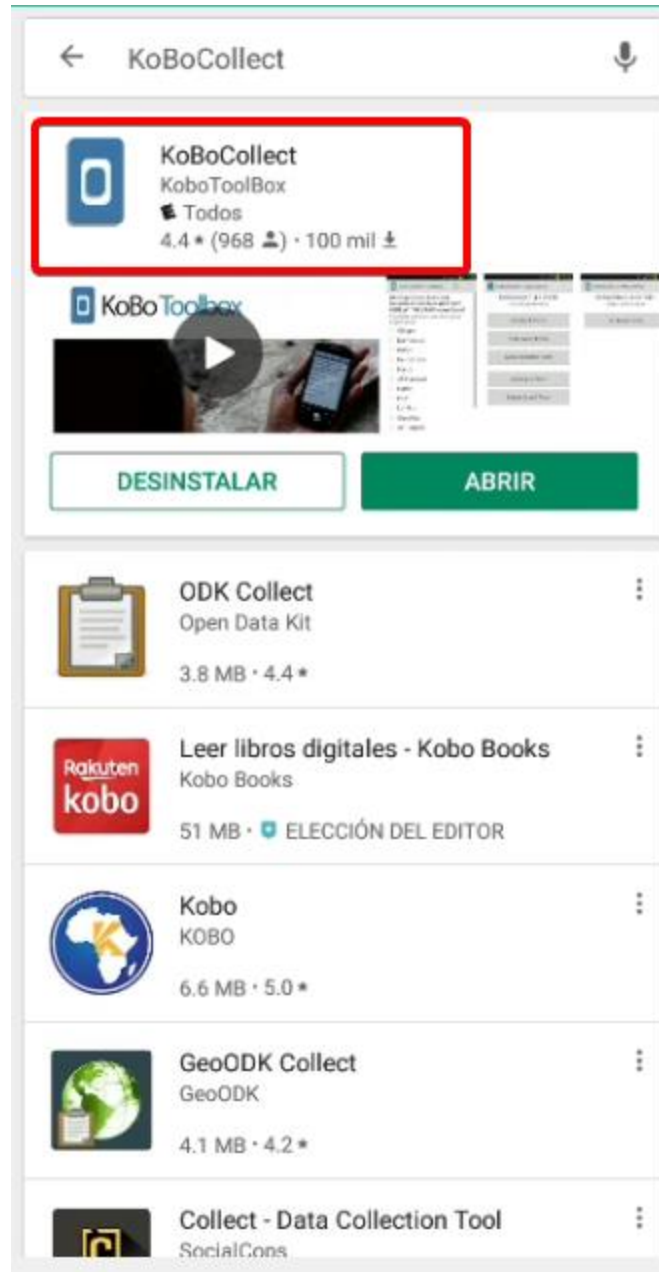
Luego de implementado ya aparece en la página principal y se le puede suministrar los datos levantados en campo con la aplicación móvil KoBoCollect.

- **KoBoCollect**

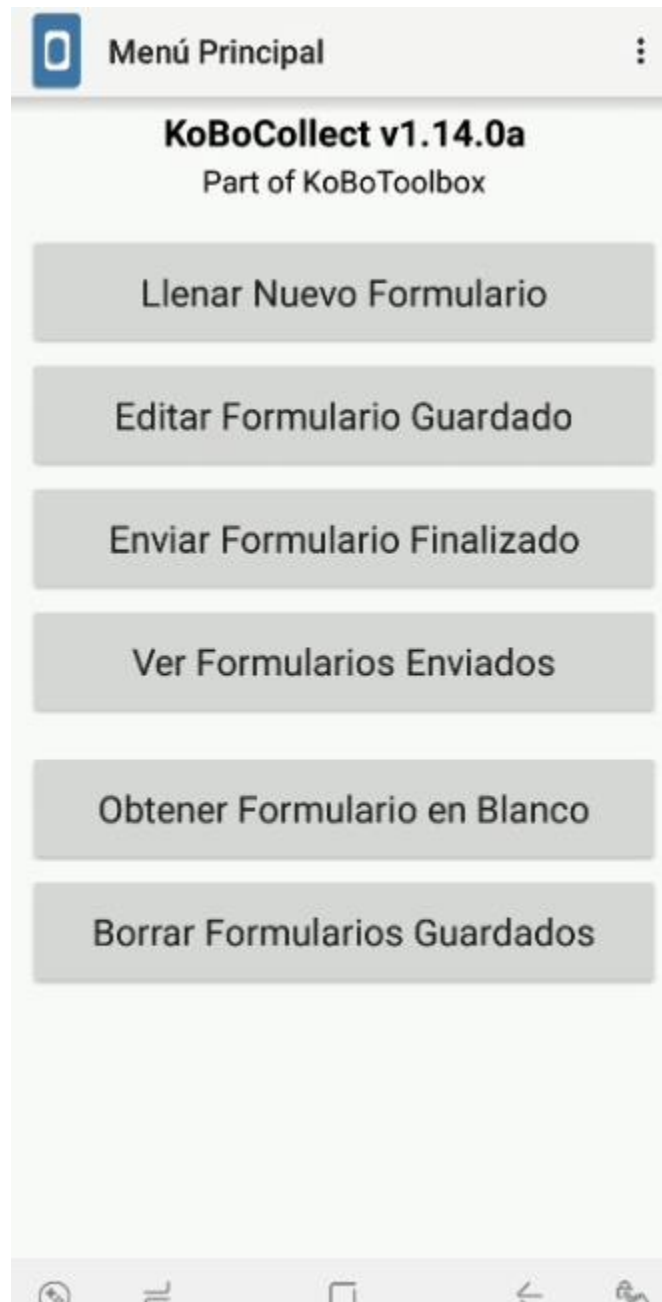
Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para iniciar con la aplicación KoBoCollect se debe:

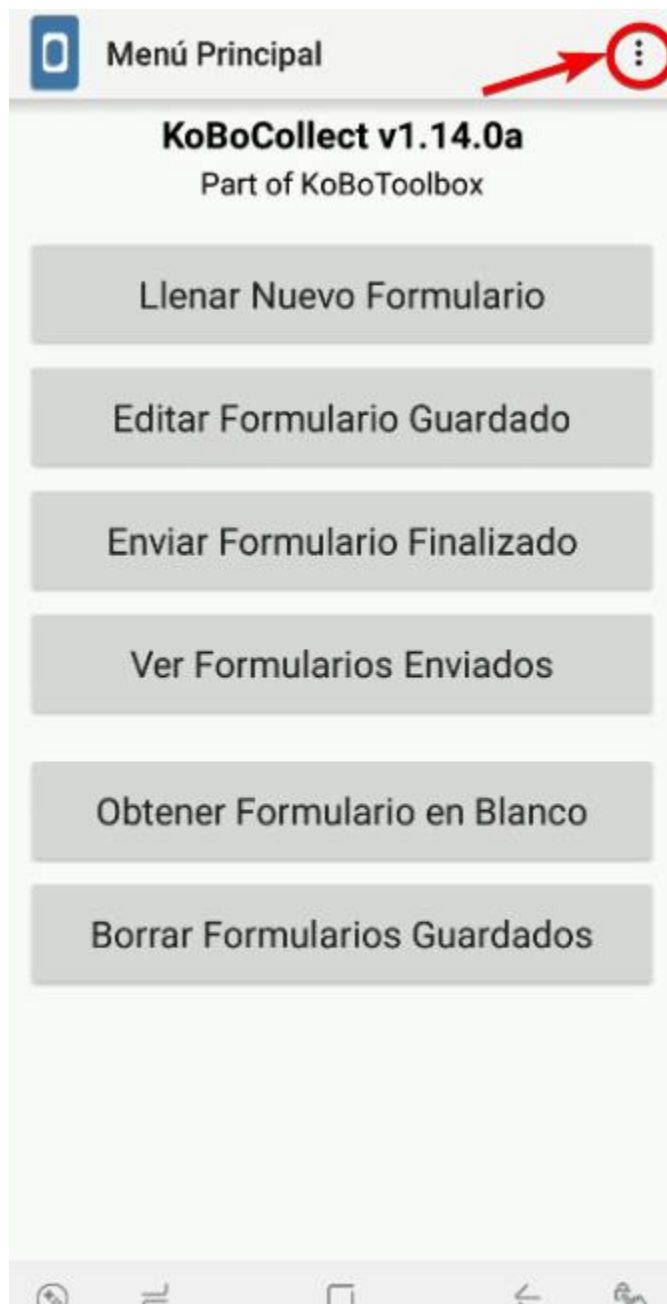
1. Descargar e instalar la aplicación de la Play Store del teléfono móvil.



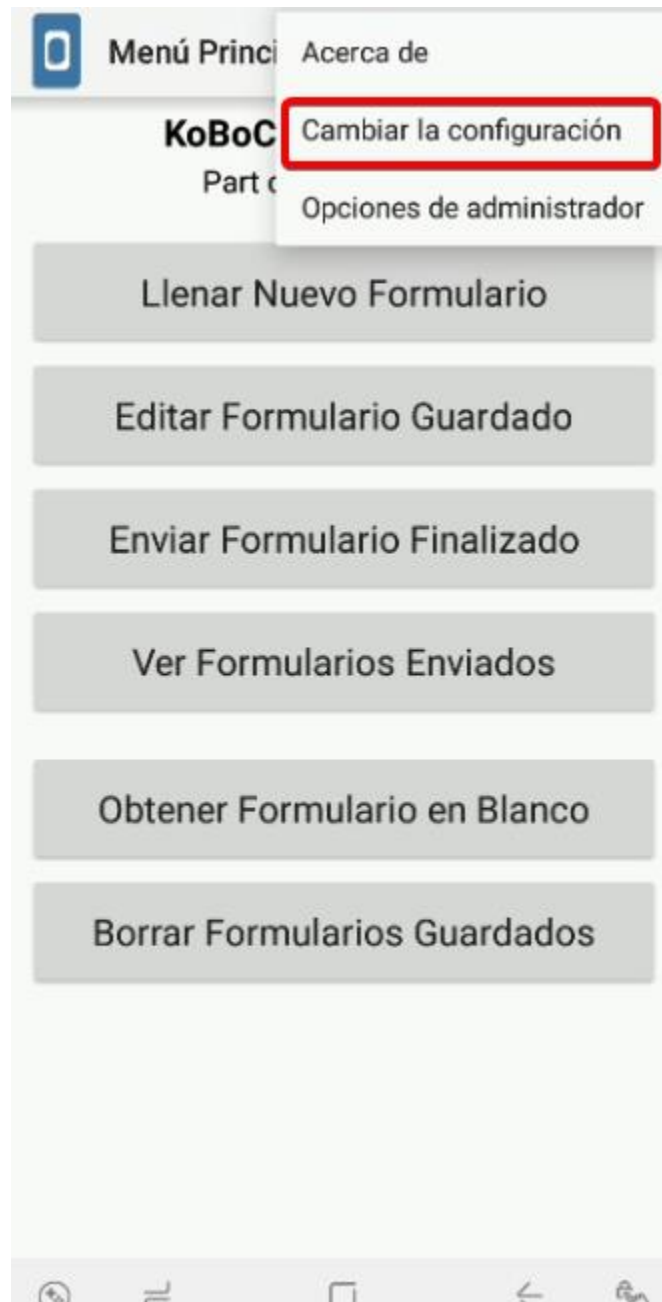
2. Abrir la aplicación para realizar la configuración.



3. Configuración de la aplicación. Se seleccionan los tres puntos de la parte superior derecha.



Luego, se selecciona la opción de cambiar la configuración



Ahora, se selecciona la opción del servidor



Se ingresan los datos de usuario, contraseña, y se cambia la url por la siguiente:

URL: <https://kc.kobotoolbox.org>

Configuración del Servidor

Tipo
KoBoToolbox

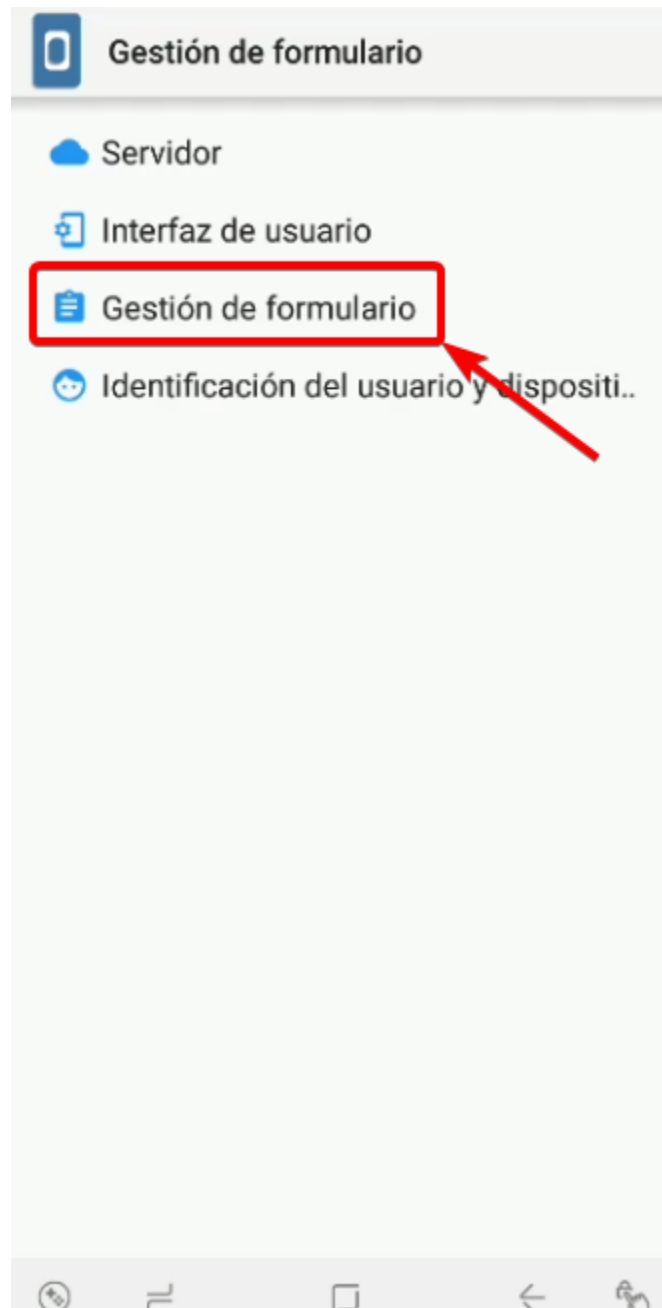
[Ajustes de KoBoToolbox](#)

URL
https://kc.kobotoolbox.org

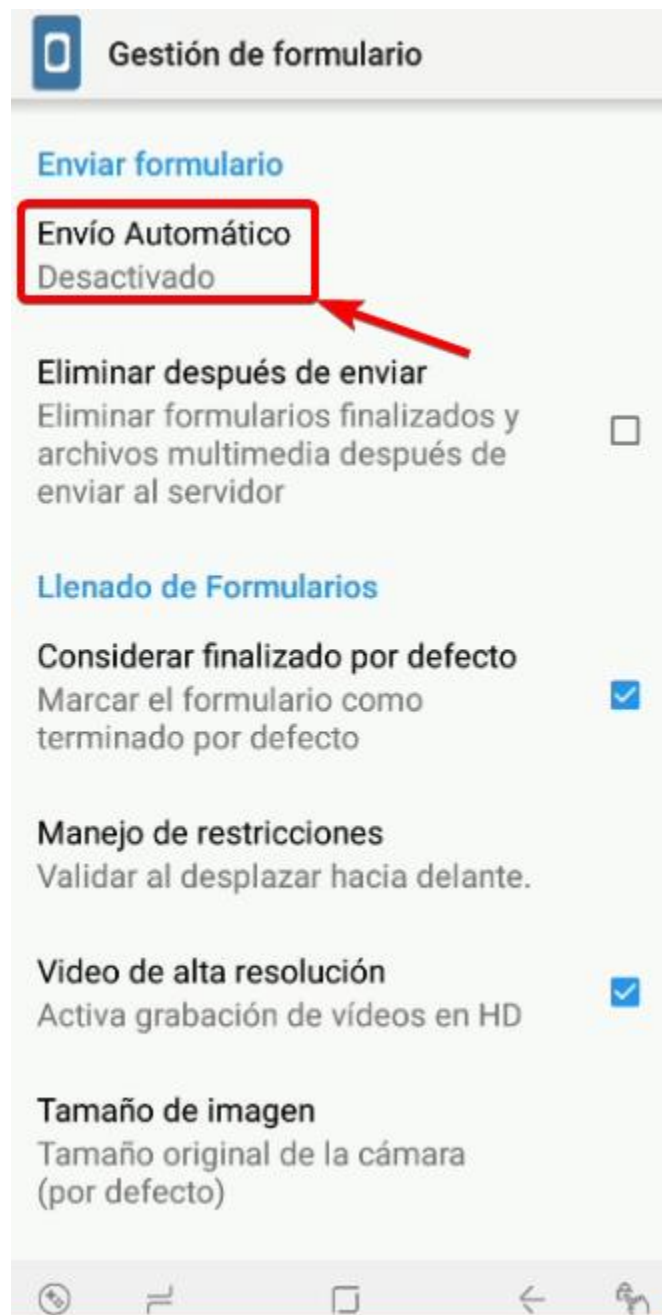
Nombre del Usuario
Nombre usuario

Contraseña

Después, se regresa y se ingresa en la opción gestión de formulario.



En esta opción, se modifica el envío automático (viene desactivado) por el que sea más cómodo para trabajar. En este caso se usará con wifi.



Gestión de formulario

Enviar formulario

Envío Automático
Desactivado

Eliminar después de enviar
Eliminar formularios finalizados y archivos multimedia después de enviar al servidor ☐


Llenado de Formularios

Considerar finalizado por defecto
Marcar el formulario como terminado por defecto ☒

Manejo de restricciones
Validar al desplazar hacia delante.


Video de alta resolución
Activa grabación de vídeos en HD ☒

Tamaño de imagen
Tamaño original de la cámara (por defecto)

 **Gestión de formulario**

Enviar formulario

Envío Automático
Solo con WIFI



Eliminar después de enviar
Eliminar formularios finalizados y
archivos multimedia después de
enviar al servidor ☐






Llenado de Formularios

Considerar finalizado por defecto
Marcar el formulario como
terminado por defecto ☐

Manejo de restricciones
Validar al desplazar hacia delante.

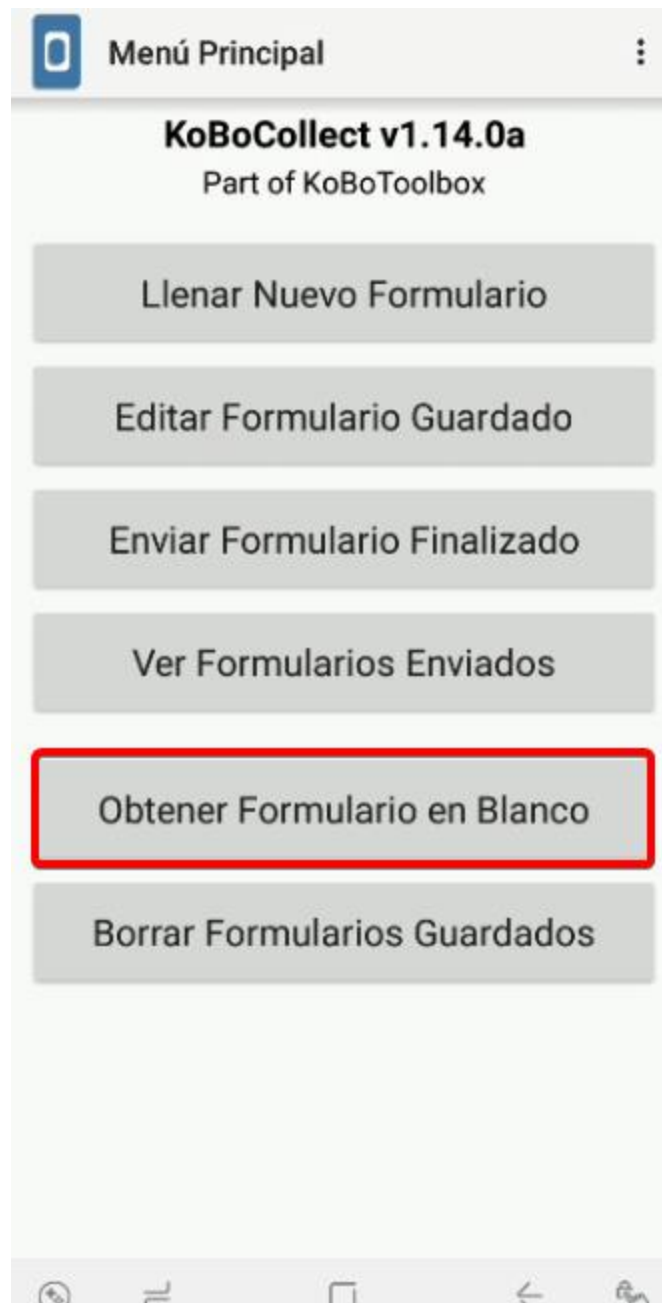
Video de alta resolución ☒
Activa grabación de vídeos en HD

Tamaño de imagen
Tamaño original de la cámara
(por defecto)

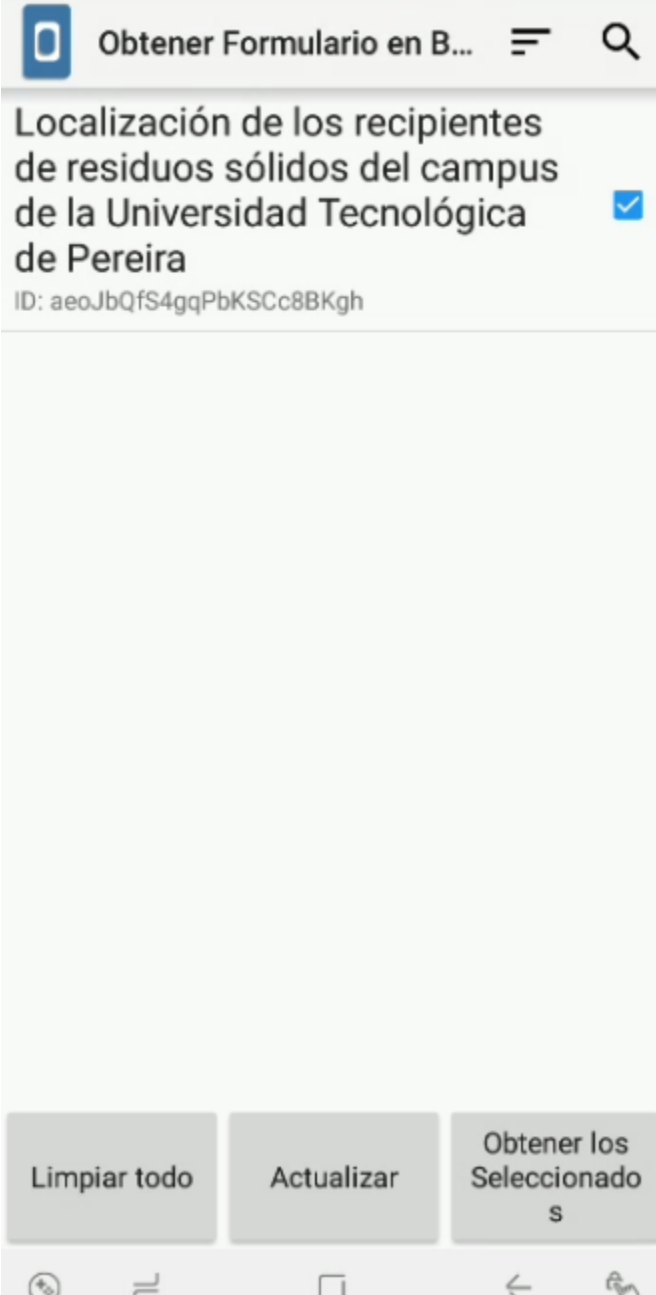
    

4. levantamiento de datos.

Primero se debe de obtener el formulario creado en la página web de la aplicación.

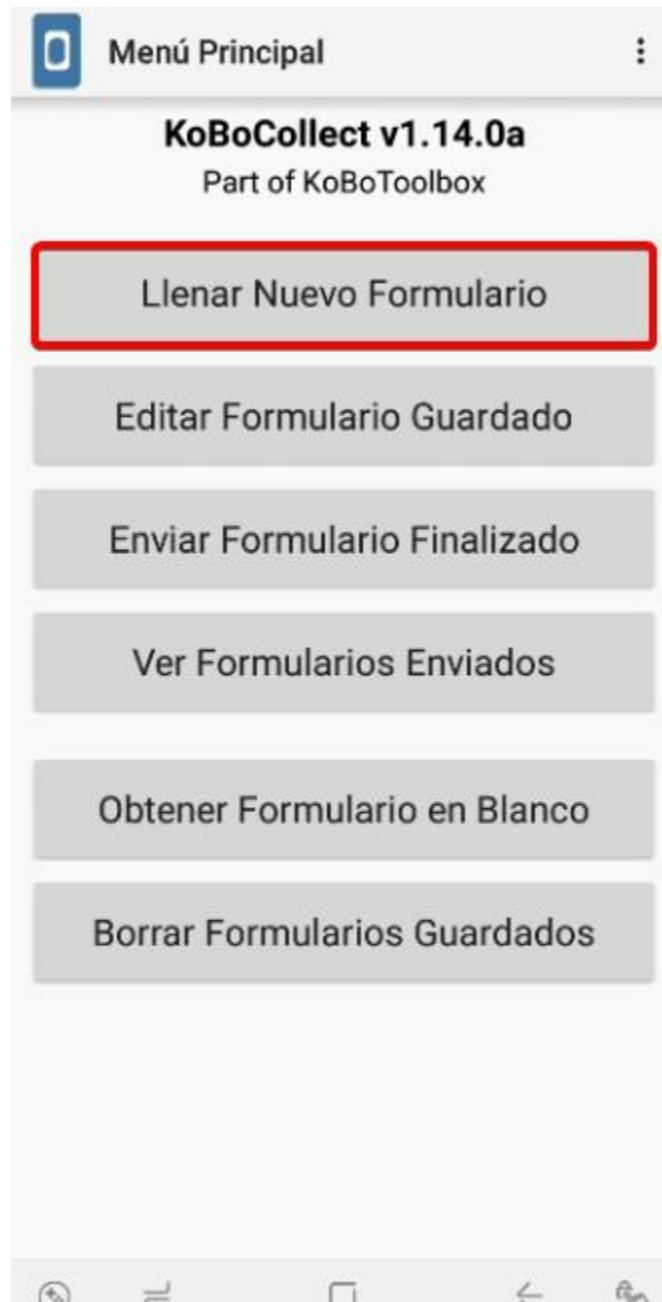


Luego, se selecciona y se obtiene lo seleccionado



The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a header bar with a blue icon of a document with a checkmark, the text "Obtener Formulario en B...", a menu icon (three horizontal lines), and a search icon (magnifying glass). Below the header, the main title is "Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira", followed by a blue checkmark icon. Below the title, the ID "ID: aeoJbQfS4gqPbKSCc8BKgh" is displayed. The main content area is a large, empty light gray rectangle. At the bottom, there are three buttons: "Limpiar todo", "Actualizar", and "Obtener los Seleccionados". The bottom of the screen shows a standard Android navigation bar with icons for back, home, and recent apps.

Se llena el nuevo formulario.

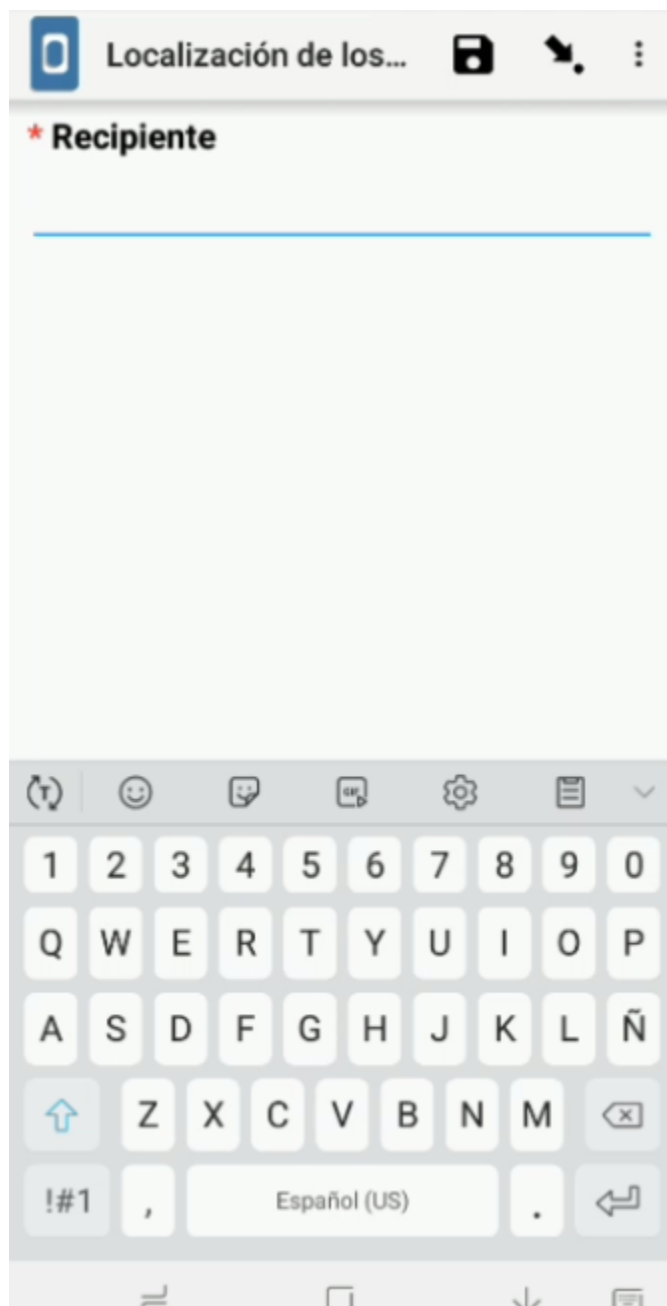


 **Llenar Nuevo Formulario**  

Exploración finalizada. Todos los formularios cargados.

**Localización de los recipientes de
residuos sólidos del campus de la
Universidad Tecnológica de Pereira**

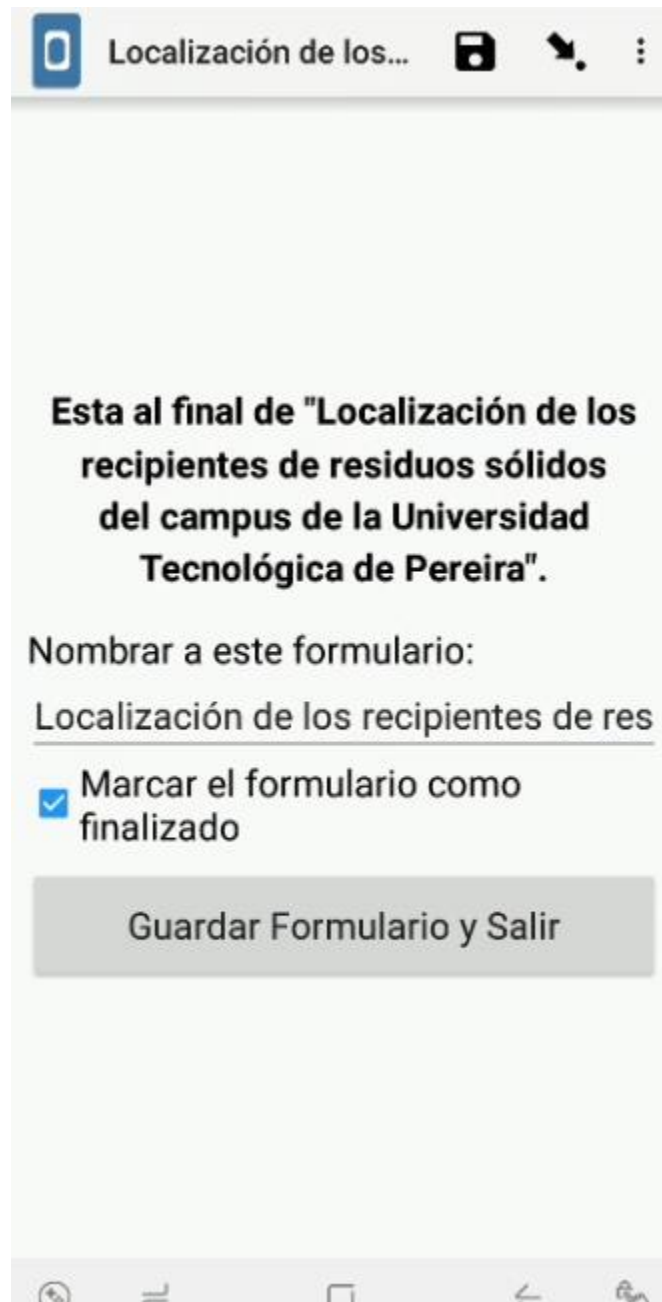
Versión: vHVZC9N3UuxXmoBUvwwiGM
Agregado: lun., 18 mar., 2019 a las 00:45



Así se realiza el levantamiento de datos con la aplicación KoBoCollect.

Para la localización es pertinente esperar un momento a que el error disminuya por lo menos a cinco metros.

Por último, se guarda y formulario.



The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a header bar with a blue icon on the left, the text "Localización de los..." in the center, and three icons (a save icon, a share icon, and a menu icon) on the right. Below the header, the main content area has a light gray background. It contains the following text: "Esta al final de 'Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira'." followed by "Nombrar a este formulario:" and "Localización de los recipientes de res". Below this text is a checkbox with a blue checkmark and the label "Marcar el formulario como finalizado". At the bottom of the form is a large gray button with the text "Guardar Formulario y Salir". The bottom of the screen shows a standard Android navigation bar with icons for back, home, and recent apps.

Localización de los...

Esta al final de "Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira".

Nombrar a este formulario:

Localización de los recipientes de res

☒ Marcar el formulario como finalizado

Guardar Formulario y Salir

Para realizar la descarga de los datos de la página web; se ingresa al proyecto creado luego:

1. Se da click en la pestaña datos
2. En la opción descargas
3. Se exportan los datos
4. Se descargan

Localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Per...

1 entradas de datos

NUEVO

Implementado 1

Borrador 0

Archivado 0

Reportes

Tabla

Galería

Descargas 2

Mapa

RESUMEN FORMULARIO DATOS 1 CONFIGURACIÓN

Descargar datos

Seleccionar el tipo de exportación: XLS

Formato de valores y encabezados: Etiquetas

☐ Incluir grupos en encabezados

Separador de grupo: /

EXPORTAR 3

Exports

Tipo	Creado	Idioma	Incluir grupos	Multiple Versions	
XLS	Today at 1:17 AM	Predeterminado	No	No	4


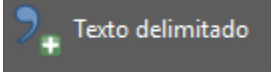
Nota: En este caso se descargaron en formato CSV, debido a que es el formato que se usará para la importación de los datos a QGIS.

```
start,end,Recipiente,Tipo de
Residuos,Ubicación,_Ubicación_latitude,_Ubicación_longitude,_Ubicación_altitude,_Ubicación_precision,Fotografía
,_id,_uuid,_submission_time,_validation_status,_index
2019-02-13T08:26:01.348-05,2019-02-13T08:26:49.028-05,Canecas,"Con clasificación (Plástico, ordinarios,
vidrio)",4.79216364 -75.68993762 1499.0582275390625 3.216,4.79216364,-
75.68993762,1499.0582275390625,3.216,1550064404516.jpg,22242217,f6071d82-f164-43ff-a910-ad5941b6b891,2019-02-
13T14:35:06,,1
2019-02-13T07:42:03.373-05,2019-02-13T07:42:50.263-05,Caneca,Mezclado,4.79576 -75.69038577 1478.8509521484375
3.216,4.79576,-75.69038577,1478.8509521484375,3.216,1550061765060.jpg,22235201,e13df037-37bd-4d64-a85d-
8b99e8f408e4,2019-02-13T12:42:56,,2
2019-02-13T07:43:16.818-05,2019-02-13T07:44:07.687-05,Caneca,Mezclado ,4.79580603 -75.69053207
1484.998291015625 3.216,4.79580603,-75.69053207,1484.998291015625,3.216,1550061843623.jpg,22235237,11d218ed-
f3b5-4a3d-b2d6-d580dc90334f,2019-02-13T12:44:11,,3
2019-02-13T07:44:14.014-05,2019-02-13T07:44:40.588-05,Caneca,Mezclado ,4.79593798 -75.69079192
1479.580322265625 3.216,4.79593798,-75.69079192,1479.580322265625,3.216,1550061877973.jpg,22235392,1a543c0f-
5489-4b6e-8228-261a43edb3a8,2019-02-13T12:47:37,,4
2019-02-13T07:47:48.681-05,2019-02-13T07:50:07.591-05,Caneca,Mezclado,4.79571191 -75.69006251 1484.754150390625
9.648001,4.79571191,-75.69006251,1484.754150390625,9.648001,1550062200741.jpg,22235506,23ad1e16-8edc-4ccd-bdd7
-6230e065a913,2019-02-13T12:50:18,,5
2019-02-13T07:50:25.138-05,2019-02-13T07:50:59.391-05,Caneca,Mezclado,4.79553921 -75.69010726
1502.4447021484375 3.216,4.79553921,-75.69010726,1502.4447021484375,3.216,1550062256720.jpg,22235528,23d25f49-
330a-44bf-980e-ea0ff1c7e36c,2019-02-13T12:51:03,,6
2019-02-13T07:51:05.660-05,2019-02-13T07:51:40.020-05,Caneca,Mezclado,4.79547423 -75.69014862
1500.0489501953125 3.216,4.79547423,-75.69014862,1500.0489501953125,3.216,1550062296999.jpg,22235550,9f1ccf45-
8fa6-4dff-a777-279059535c95,2019-02-13T12:51:42,,7
2019-02-13T07:52:02.385-05,2019-02-13T07:52:26.855-05,Caneca,Mezclado ,4.79560325 -75.68995057
1483.368408203125 3.216,4.79560325,-75.68995057,1483.368408203125,3.216,1550062343462.jpg,22235601,728c063e-
94f0-4250-abae-e5b7d7e65f69,2019-02-13T12:52:30,,8
2019-02-13T07:52:37.880-05,2019-02-13T07:53:00.954-05,Caneca,Mezclado ,4.7956709 -75.68986372
```

- **Importación de los datos al software QGIS.**

Para la importación de los datos a QGIS, se realiza lo siguiente:

Primero, se organiza el Sistema de Referencia de coordenadas en el que se tengan los datos. Para este caso, WGS84.

Segundo, se importan los datos. Para esto, se ingresa al siguiente icono  , luego se da click en  y se llena la información requerida.

En el número 1, se ingresa la ruta del archivo CSV.

En el número 2, se da click en delimitadores personalizados

En el número 3, se da seleccionar la delimitación por punto y coma o coma (esto es de acuerdo a la separación que se tenga en el archivo CSV).

En el número 4, se llena los campos x con longitud e y con Latitud.

En el número 5, se establece el sistema de referencia de coordenadas (para este caso es WGS84).

En el número 6, se añaden los datos a software QGIS.

Administrador de fuentes de datos | Texto delimitado

1

Nombre de archivo

Nombre de la capa Codificación UTF-8

2

▼ Formato de archivo

☐ CSV (valores separados por coma) ☐ Tabulador ☐ Dos puntos ☐ Espacio

☐ Delimitador de expresión regular ☒ Punto y coma 3 ☒ Coma Otros

☒ Delimitadores personalizados Comilla " Escape "

► Opciones de registros y campos

▼ Definición de geometría

☒ Coordenadas del punto 4 Campo X

☐ Texto bien conocido (WKT) Campo Y

☐ Ninguna geometría (tabla solo de atributos) ☐ Coordenadas GMS

SRC de la geometría EPSG:4326 - WGS 84

5

► Configuraciones de capa

Datos de ejemplo

6

Por favor, seleccione un archivo de entrada

Cerrar Añadir Ayuda

Administrador de fuentes de datos | Texto delimitado

Nombre de archivo: k:\top\Guía\3.2_SIG_Móvil\Datos_Fuente\Residuos Sólidos UTP - latest version - labels - 2019-02-13-15-03-08.csv

Nombre de la capa: Residuos Sólidos UTP - latest version - labels - 2019-02-13-15-03-08 Codificación: UTF-8

▼ Formato de archivo

☐ CSV (valores separados por coma)
 ☐ Tabulador
 ☐ Dos puntos
 ☐ Espacio

☐ Delimitador de expresión regular
 ☒ Punto y coma
 ☒ Coma
 Otros:

☒ Delimitadores personalizados
 Comilla:
 Escape:

► Opciones de registros y campos

▼ Definición de geometría

☒ Coordenadas del punto
 Campo X:

☐ Texto bien conocido (WKT)
 Campo Y:

☐ Ninguna geometría (tabla solo de atributos)
 ☐ Coordenadas GMS

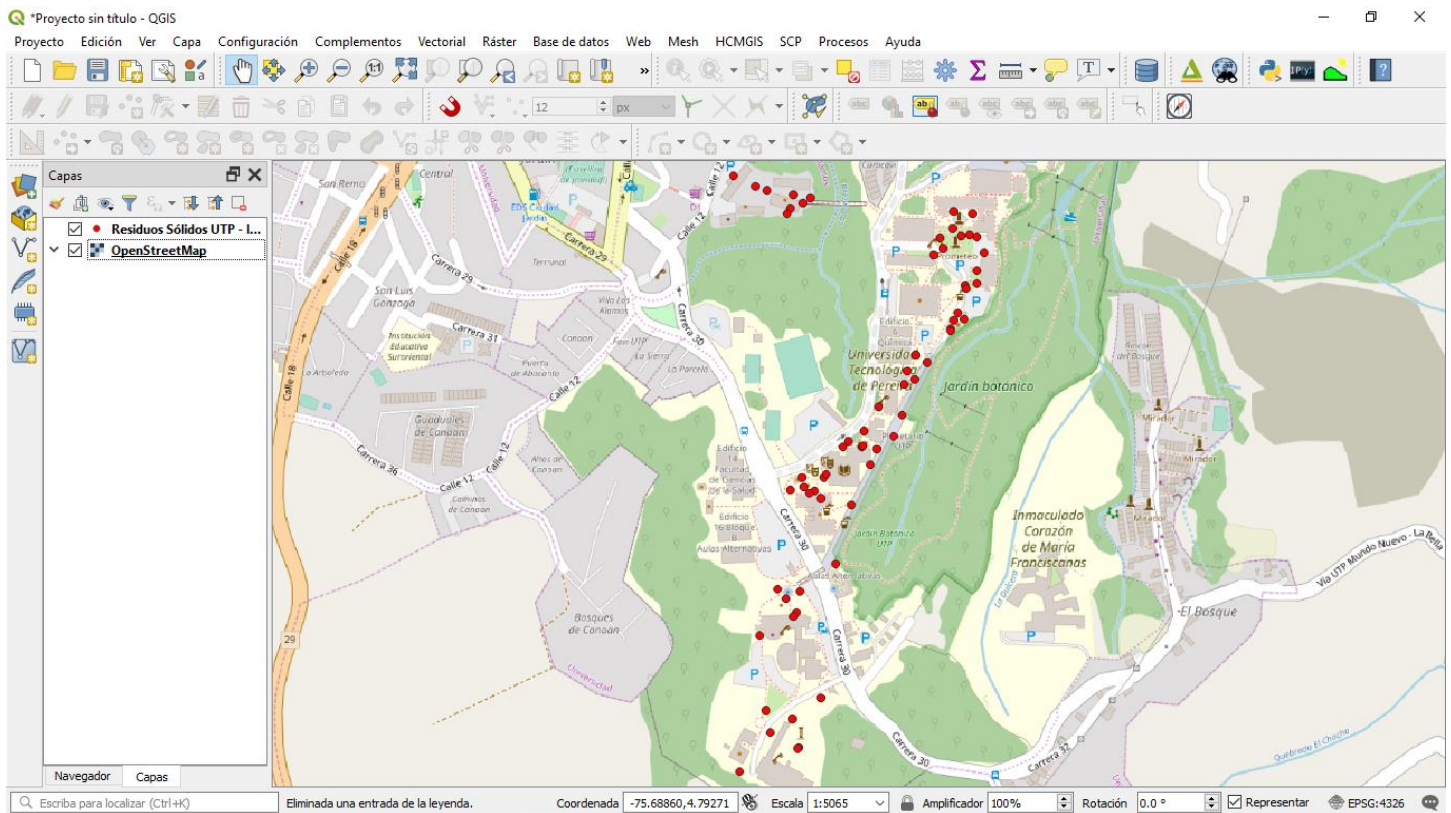
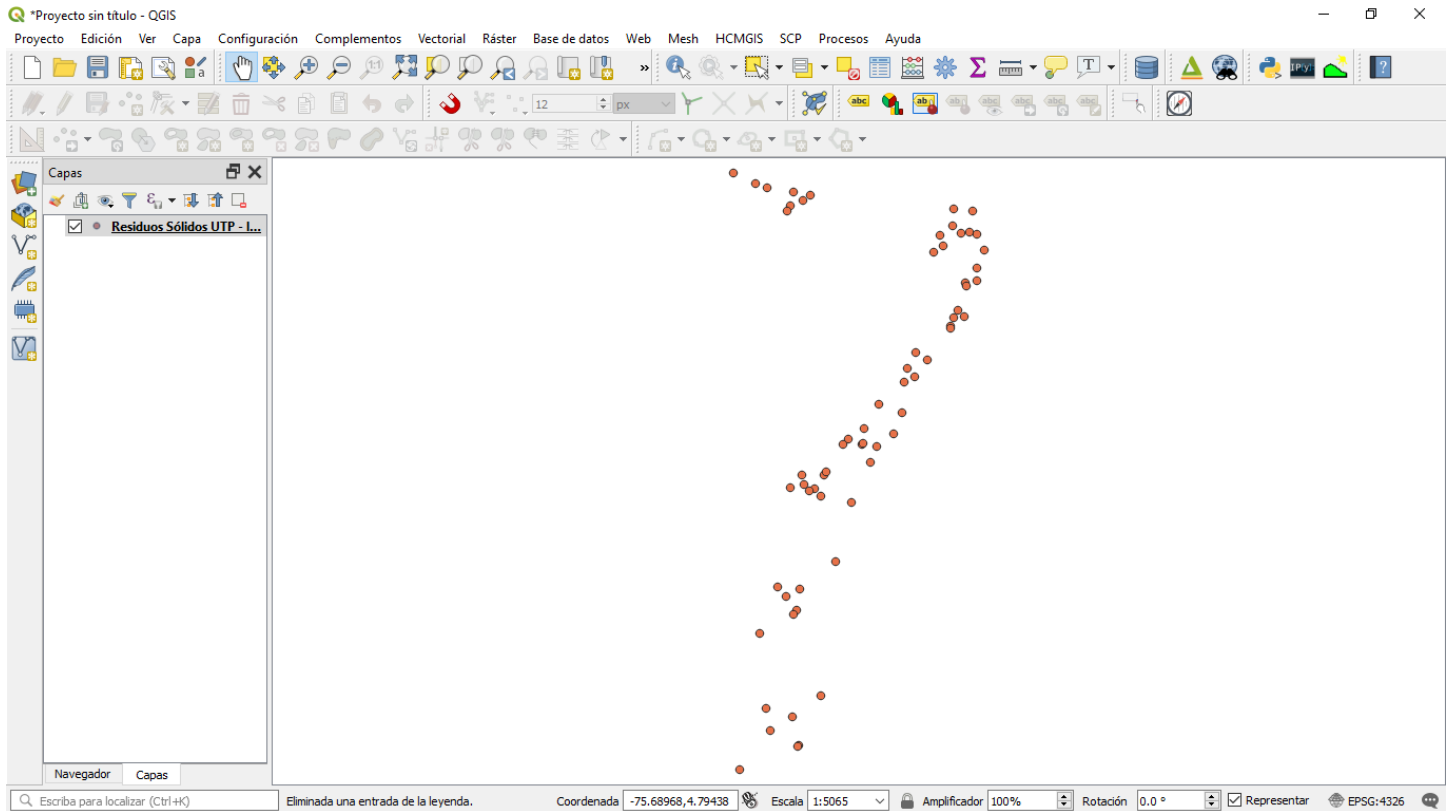
SRC de la geometría:

► Configuraciones de capa

Datos de ejemplo

	start	end	Recipiente	Tipo de Residuos
1	2019-02-13T08:26:01.348-05	2019-02-13T08:26:49.028-05	Canecas	Con clasificación (Plástico, ordinarios, vidrio)
2	2019-02-13T07:42:03.373-05	2019-02-13T07:42:50.263-05	Caneca	Mezclado

Cerrar Añadir Ayuda



Con esto se finaliza el ejercicio sobre la localización de los recipientes de residuos sólidos del campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.

BIBLIOGRAFÍA

GNSS Planning Online. (2017-2018). Trimble GNSS Planning Online. Recuperado de <https://www.gnssplanning.com/#/settings>

KoBoToolbox. (2019). Simple, Robust and Powerful Tools for Data Collection. Recuperado de <https://www.kobotoolbox.org/>

Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform. España

CAPITULO 3.

SIG APICADO A LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El uso de los sistemas de información geográfica ha sido muy específico, generalmente son utilizados para la caracterización física y biofísica de los territorios representados gráficamente en un mapa; en este sentido es necesario resaltar, que la aplicabilidad de los SIG es muy amplia, como por ejemplo en el análisis de componentes ambientales o económicos por mencionar algunos, en los SIG se pueden realizar procesos de modelación, por medio de ellos se puede llegar a una aproximación de un evento o caso de estudio, basado en cambio de variables, flujos, que están proyectados en una zona o territorio.

Por lo anterior, los SIG abren un mundo de posibilidades para comprender el territorio y el desarrollo general que trae consigo las necesidades de los habitantes del mismo. En este contexto es posible referir que la modelación puede tener un grado de influencia sobre la toma de decisiones, Así mismo, los proyectos se pueden planificar acorde al planteamiento de múltiples alternativas o escenarios y que finalmente se ve reflejado en la selección de la mejor opción (la que menos impactos genere, o la que menos costos económicos involucre), lo anterior depende de la finalidad del proyecto.

La necesidad de aplicar un análisis que determine el grado de impacto ambiental que genera cualquier intervención antrópica (proyecto, mega proyecto etc.) ha aumentado en la actualidad, esto debido a que se ha concluido la importancia que tiene el medio natural como soporte, desarrollo para la vida y el mantenimiento de la misma.

No obstante,

- **Impacto ambiental:** Alteración significativa de los sistemas naturales y transformados y de sus recursos, provocada por acciones humanas (Espinoza, 2002)

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de valoración que busca determinar el grado de significatividad de los impactos generados por un proyecto o una actividad sobre un ambiente determinado.

Lo anterior, como generalidad permite la interpretación de los impactos significativos que se van a generar en un territorio por el desarrollo de un proyecto, interpretaciones que surgen con la formulación de interrogantes como los siguientes; ¿qué tan grave es el impacto?, ¿población social afectada?, en términos de economía y calidad de vida, ¿dimensión física vulnerable? Etc. n

El análisis parte del desarrollo de una línea base del territorio, en el que se involucran los componentes que interactúan (dimensión física, económica, cultural, social y política). Por esto, lo ideal es tener una visión integrada del sistema territorio.

LISTA DE ABREVIATURAS

SIG= Sistemas de Información Geográfica

EIA= Evaluación de Impacto Ambiental

IAP= Impactos Ambientales Potenciales

IDEAM= Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

DIAN= Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

RUNAP= Registro Único Nacional de Áreas Protegidas

CLC= Corine Land Cover

DAA= Diagnostico Ambiental de Alternativas

ASPI= Acciones Susceptibles a Producir Impactos

ZONA DE ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DEL EJEMPLO

El desarrollo de este ejemplo está basado en un caso hipotético, el fin de lo anterior no es transmitir que el ejemplo no se asemeja a un proyecto de la vida real, por lo contrario, se toman como referentes proyectos que han sido presentados y en algunos casos aprobados por la entidad correspondiente, la ANLA (Agencia Nacional de Licencias Ambientales, para Colombia).

Este ejemplo se trabajará con un proyecto de conexión energética entre dos subestaciones, la primera connotada como subestación La Virginia, Risaralda y la segunda como subestación Nueva Esperanza, ubicada en Soacha-Cundinamarca. El proyecto transmitirá un flujo energético de 500 kV.

A continuación, se representan las características técnicas del proyecto:

Tabla 1: características técnicas del proyecto

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
<i>Longitud (km)</i>	234.78	238.68	212.53
<i>Número de Torres</i>	436	485	422
<i>Tensión Nominal</i>	500 kV doble circuito	500 kV doble circuito	500 kV doble circuito
<i>Delta de Altitud</i>	300 a 3200	300 a 3800	300 a 3800

Fuente: (Información extraída por el equipo evaluador, a partir de la información presentada por la Sociedad en la Tabla 3-2-1, del Capítulo 3 del DAA para el proyecto “Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia - Nueva Esperanza 500 kV”, comunicación con Radicación ANLA 2017070653-1-000 del 31 de agosto de 2017, citado en ANLA, 2017)

La información anterior es una generalidad, que permite el entendimiento sobre cómo funciona el proyecto; a partir de estos datos e información como los municipios por los que cruza el tendido de transmisión, es posible empezar a plantear los preparativos para la aplicación de la metodología seleccionada.

PREPARATIVOS PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA

Plantear el uso de los SIG en la evaluación de impacto ambiental, requiere previamente recolectar información sobre el proyecto y el territorio; un claro ejemplo para reforzar lo anteriormente mencionado es, realizar una línea base del territorio que está en la zona de influencia directa e indirecta del proyecto (historicidad, economía, tradiciones etc. que se llevan a cabo en el territorio).

Referente a la información del proyecto, es necesario conocer a fondo que tipos de actividades se deben realizar para la ejecución del mismo; lo anterior es el punto de partida para el desarrollo de los preparativos. En este caso, también es

importante conocer las dimensiones que están involucradas en el proyecto, como, por ejemplo; dimensión económica, dimensión social, dimensión política, dimensión cultural.

Con base en lo anterior se puede realizar una -lista de chequeo- en el que se establecen y se definen las dimensiones y las actividades del proyecto, para determinar si existe una relación o lo contrario. En otros términos, se puede definir como una matriz de causa y efecto. A continuación, se puede observar la estructura de la matriz:

Tabla 2: Estructura matriz causa y efecto

	Actividades del proyecto	Actividad X	Actividad X	Actividad X	Actividad X	Actividad X
Dimensiones						
Física						
Economía						
Cultural						
Social						
Político						

Fuente: Elaboración propia

La anterior tabla, permite determinar la relación que presenta cada actividad del proyecto con cada dimensión. La función de esta matriz es familiarizarse con las actividades del proyecto y las dimensiones posiblemente afectadas.

Con base en esta estructura, se propone la siguiente matriz causa y efecto, para el desarrollo del proyecto de transmisión energética.

Tabla 3: Matriz causa y efecto

Matriz causa y efecto														
	Actividades	Contratación de mano de obra	Adquisición de predios	Rescate arqueológico	Adecuación de vías	Descapote cobertura vegetal	Disposición de material vegetal resultante	Instalación de casetas	Delimitación zona de influencia	Instalación torres eléctricas	Instalación de aisladores	Instalación de conductores	Unión de torres (tendido eléctrico)	Prueba de campo
Física	Dimensiones						Estas activiades incluidas en la construcción del proyecto, no generan un impacto significativo en la zona de influencia del proyecto.				Estas activiades incluidas en la construcción del proyecto, no generan un impacto significativo en la zona de influencia del proyecto.			
	Geología		x	x	x	x			x					
	Hidrología				x	x			x					
	Edafología			x	x	x			x					
	Climatología													
	Geomorfología	x	x	x	x			x						
Economía	Ecosistemas				x	x			x					
	Usos del suelo		x	x	x	x			x					
	Ingreso economico	x		x										
Cultural	Devaluación de predios		x			x			x					
	Prácticas asoiadas al suelo		x		x	x			x					
Social	Tradiciones	x	x	x		x			x					
	Esparcimiento poblacional		x		x				x					
Político	Condiciones de vida	x	x		x				x					
	Intereses politicos		x											
	Conflictos políticos		x	x	x	x			x					
	Organización cívica		x	x					x					

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, partiendo de la lectura y del entendimiento sobre la matriz causa y efecto, como la relación que presentan las dimensiones y las actividades. Se puede pensar en cuales son las actividades susceptibles a producir impactos denominadas como -ASPI-; parafraseando a Arboleda 2005, la función de las ASPI es, identificar los potenciales impactos que se pueden producir y que están basados en la matriz causa y efecto (actividades del proyecto, operaciones, entre otros) que están directamente relacionados con el ambiente.

Una vez identificadas las acciones susceptibles a producir impactos, se deriva un concepto complejo y que ha sido controversial -aspecto ambiental-, en este mismo sentido, “la Norma ISO 14.000 define el aspecto ambiental como cualquier elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar recíprocamente con el ambiente, indicando la existencia potencial de un impacto ambiental negativo o positivo, citado por Arboleda, 2005, p20.

Nuevamente tomando como referencia a (Arboleda, 2005, p20) sobre el concepto de aspecto ambiental, él lo define como “un resultado, consecuencia, salida o producto de un ASPI con capacidad de generar un impacto ambiental “.

En este orden, y continuando con la generación de matrices, para el entendimiento del proyecto y sus implicaciones negativas o positivas sobre el ambiente, se genera la siguiente matriz.

Tabla 4: Estructura matriz de impacto ambiental

ACTIVIDADES	ASPI	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
Actividad 1			
Subactividad			
Subactividad			
Subactividad			
Actividad 2			
Subactividad			
Subactividad			
Subactividad			
Actividad X			
Subactividad			
Subactividad			
Subactividad			

Fuente: elaboración propia

El desarrollo de la matriz se debe realizar desde izquierda a derecha, esto facilita la lectura y conducción a determinar cuáles son los impactos ambientales que se presentan en el territorio.

La siguiente matriz, muestra los ASPI, aspectos ambientales e impactos ambientales que se pueden generar por la ejecución del proyecto. En este contexto, cabe resaltar que la EIA se realiza antes de la fase de construcción del proyecto, esto con el fin de determinar el grado de significatividad de los impactos ambientales.

Nota aclaratoria: Desde la perspectiva del evaluador ambiental, los impactos son diversos y además pueden diferir desde la lectura territorial que se le dé. Los impactos presentes en la matriz de impacto ambiental no son todos los existentes en cuanto al proyecto de transmisión energética, desde otras perspectivas o desde otro evaluador, pueden incluso aparecer nuevos impactos. Aunque, el direccionamiento y la conclusión de impactos debe ser similar, es decir; a pesar de tener diferencias, deben coincidir en ciertos elementos ambientales.

Tabla 4: matriz de impacto ambiental para el proyecto

ACTIVIDADES	ASPI	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
ADQUISICIÓN DE PREDIOS			
Negociación, compra y liquidación	Transacción económica	Compra de predios	Desplazamiento de la población local
		Generación de cambios en la economía local	Devaluación de predios
Demolición inmuebles interpuestos	Demolición inmuebles interpuestos	Generación de escombros	Cambios en la economía local
		Generación de material particulado	Contaminación del agua por sólidos suspendidos
	Uso de maquinaria especializada	Generación de ruido	Contaminación del aire
		Generación de polvo	Contaminación auditiva
		Generación de emisiones	Contaminación atmosférica
		Cambios en las propiedades físicas del suelo	Compactación del suelo
RESCATE ARQUEOLÓGICO			
Busqueda arqueológica	Conflicto de intereses	Rescate	Reconstrucción y preservación del patrimonio histórico-cultural
Rescate arqueológico			
CONTRATACIÓN MANO DE OBRA			
Estudio perfiles laborales y personales	Posible exclusión de perfiles laborales de personal local	Inconformidad social local	Decrecimiento de la economía local
Contratación	Contratación de mano de obra	Demanda de mano de obra local	Incremento de la economía local
			Mejor calidad de vida
ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO			
Uso de maquinaria especializada	Alto riesgo para el personal	Generación de ruido	Contaminación auditiva
Aprovechamiento forestal	Cambios en el uso del suelo	Alteración de corredores biológicos	Pérdida de biodiversidad
Cortes de taludes y excavaciones	Cortes de taludes y excavaciones	Genera remoción del suelo	Alteraciones en el paisaje
			Pérdida de actividad biológica del suelo
Descapote	Cambio usos del suelo	Cambios geomorfológicos del territorio	Migración de especies
	Eliminación de cobertura vegetal	Modificación de redes de drenaje	Alteraciones en el paisaje
		Eliminación de cobertura vegetal	Erosión
ADECUACION DEL TERRENO			
Descapote	Descapote	Eliminación de cobertura vegetal	Pérdida de biodiversidad
			Migración de especies
			Pérdida de actividad biológica del suelo
DISPOSICIÓN MATERIAL SOBRANTE			
Transporte y disposición del material	Acumulación de material resultante	Genera residuos sólidos	Generación de vectores
		Ocupa zonas adyacentes al depósito	Cambio en la dinámica de uso del suelo
		Requiere limpieza del terreno	Contaminación atmosférica
		Formación de zonas inestables	Posible remoción en masa
	Compactación del suelo	Cambio en las propiedades físicas del suelo	Pérdidas de micro y macronutrientes del suelo
			Erosión
INSTALACIÓN DE CASITAS			
Obras de ingeniería	Preparación de terrenos	Generación de ruido	Contaminación auditiva
Instalación de campamentos y almacenamiento de materiales		Generación de desechos sólidos y líquidos	Contaminación de fuentes hídricas cercanas
			Contaminación visual
	Instrucción de soportes de los campamentos		Generación de ruido
INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE			
Cambios de dirección de redes de drenaje	Posible sobrecarga del sistema existente	Cambios en la dinámica natural de la zona	Fluctuación irregular del caudal
	Cambios en la dinámica natural de la zona		Disminución o incremento del caudal hídrico natural
INSTALACIÓN DE TORRES			
Excavación	Remoción del suelo	Cambios en las dinámicas biológicas del suelo	Pérdidas de micro y macronutrientes del suelo
		Remoción del suelo	Erosión
Supresión del suelo	Cambios en la composición física del suelo	Cambio en la composición del suelo	Pérdida del sustrato (suelo)
	Cambios en la dinámica biológica del suelo		Pérdida de la porosidad del suelo
Montaje de la torre	Uso de mano de obra	Demanda de mano de obra local	Reducción en la tasa de infiltración
			Riesgo a la salud por lesiones
			Generación de empleo

Fuente: Elaboración propia

Hasta este punto terminan los preparativos para la implementación de la metodología, en este momento ya se tienen identificados los impactos y el proceso por el cual se logró realizar la identificación de los impactos ambientales. En este contexto, la visión interdisciplinaria juega un papel muy importante, ya que los impactos no son solamente a nivel biofísico, sino también a nivel político, económico y socio-cultural.

SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La EIA como proceso, requiere argumentos y criterios establecidos que se le aplican a cada impacto para determinar su grado de significatividad, es decir; clasificar los impactos ambientales en términos de gravedad.

Existen múltiples metodologías que se pueden aplicar en el desarrollo de este ejemplo. En este sentido, la metodología seleccionada para este ejemplo se llama “propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia” escrita por Martínez en el 2010.

Con base en lo anterior, lo interesante que propone Martínez, es que la metodología esta desarrollada especialmente para el caso colombiano y su territorio. Por supuesto, tomando como partida o referencia otras metodologías disponibles para la EIA.

La metodología consiste en proponer atributos que serán calificados matemáticamente por el evaluador. A pesar de ser una metodología de tendencia cuantitativa, permite que la calificación esté condicionada a la perspectiva del evaluador, es decir; no todos ven con la misma calificación un impacto determinado, en este caso, pueden diferir las calificaciones.

Adicionalmente, el calificativo de todos los atributos permitirá la clasificación del impacto, es decir; determinar si el impacto es irrelevante, moderado, severo o crítico. Por este motivo, se avanza en una breve descripción de los atributos y sus calificativos basados en la propuesta de Martínez

- **Intensidad:** Es la correlación de dos variables, la primera es los impactos ambientales potenciales “IAP” (ver ampliamente: en Martínez, 2010) y la segunda es la vulnerabilidad. Pero ¿cómo identificar la vulnerabilidad?, a partir de la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto (Martínez, 2010). Entonces, la intensidad es la medida de la fuerza con la cual se presenta el impacto sobre un factor.

De esta manera, los calificativos propuestos para la intensidad son los siguientes:

Tabla 5: Valores cuantitativos para el cálculo de la intensidad del impacto

Calificación de la intensidad	Color	Valor cuantitativo
Muy baja		1
Baja		2
Moderada baja		3
Media		4
Moderada alta		5
Alta		6
Muy alta		7

Fuente: (Martínez, 2010, p144)

- **Cobertura del impacto:** Hace referencia a la extensión territorial que ocupa el impacto, así que se debe tener en cuenta la división político administrativa de Colombia. La siguiente tabla establece los calificativos de la cobertura del impacto.

Tabla 6: Calificativos para la cobertura del impacto

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo³
Puntual	El impacto se presenta en un solo punto dentro del área de influencia del proyecto.	1
Local	El área donde se presenta el impacto no supera el área de jurisdicción municipal	2
Regional	El área donde se presenta el impacto ocupa dos o más municipios y no supera el área de jurisdicción de la Región Natural	3
Nacional	El área donde se presenta el impacto ocupa varios municipios en dos o más regiones naturales y no supera la jurisdicción Nacional	4
Trasnacional	El área donde se presenta el impacto supera la jurisdicción Nacional	5

Fuente: (Martínez, 2010, p145)

- **Acumulación del impacto:** Parafraseando a Martínez, este atributo tiene en cuenta la frecuencia con la que se presenta el impacto y la resiliencia del factor afectado. Representados en la siguiente tabla:

Tabla 7: Calificativos para la acumulación del impacto

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Simple	El impacto no presenta acumulación en el tiempo así ocurra un incremento de la frecuencia con que se repite.	0
Acumulativo	El impacto presenta una tendencia acumulativa en el tiempo ante el incremento de la frecuencia con que se repite.	2

Fuente: (Martínez, 2010, p146)

- **Sinergia del impacto:** Este atributo tiene en cuenta si el impacto tiene posibles relaciones con impactos diferentes (Martínez, 2010). La siguiente tabla representa los calificativos de sinergia del impacto.

Tabla 8: calificativos para la sinergia del impacto

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Sin sinergismo	El modo de acción es individualizado y no interactúa con ningún otro impacto	0
Sinérgico	El modo de acción es conjunto con uno o más impactos y se aumenta el nivel de incidencia sobre el factor frente a la suma de las incidencias individualizadas.	2

Fuente: (Martínez, 2010, p147)

- **Periodicidad del impacto:** Este atributo está ligado a la frecuencia, establece si el impacto se repite, es decir; con que regularidad de manifiesta el impacto. La siguiente tabla representa los calificativos de la periodicidad del impacto:

Tabla 9: Calificativos para la periodicidad del impacto

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Irregular	La frecuencia con que se presenta el impacto es baja, y deber ser determinada en términos de su probabilidad de ocurrencia	1
Periódico	El impacto se repite con frecuencia a intervalos determinados de tiempo durante la ejecución del proyecto	3
Continuo	El impacto se hace constante y permanente durante el tiempo de ejecución del proyecto	5

Fuente: (Martínez, 2010, p147)

- **Reversibilidad:** “Para calificar la Reversibilidad del impacto se propone realizar una correlación entre el tiempo de permanencia o duración del impacto y el tiempo de ejecución del proyecto”, (Martínez, 2010 p148). La siguiente tabla representa los calificativos de la reversibilidad del impacto:

Tabla 10: Calificativos para la reversibilidad del impacto

Categoría cualitativa	Descripción	Valor cuantitativo
Fugaz	Una vez termina la actividad el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata por medios naturales.	1
Corto Plazo	Una vez termina la actividad el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales por medios naturales en un período de tiempo inferior a 1 año.	3
Mediano plazo	Una vez termina la actividad el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales por medios naturales en un período de tiempo inferior a 10 años.	5
Irreversible	Una vez termina la actividad el factor ambiental no vuelve a retornar a las condiciones iniciales por medios naturales.	7

Fuente: (Martínez, 2010, p148)

Lo anterior son los atributos que propone Martínez como metodología para la EIA, pero más allá ¿para qué sirven estas calificaciones o cuál es la función de ellas? A partir de sus datos cuantitativos se puede calcular la importancia ambiental en función de la calidad ambiental (Martínez, 2010), para lo cual el autor propone la siguiente formula

$$ICA = (IN + CO + SI + AC + PR + RV)$$

“Donde:

ICA, representa la importancia en función de la calidad ambiental del factor

IN, representa la Intensidad

CO, representa la Cobertura

SI, representa el Sinergismo

AC, representa la Acumulación

PR, representa la periodicidad

RV, representa la Reversibilidad”. (ecuación obtenida del libro de Martínez, 2010, p149)

Ahora bien, esto se debe llevar a representaciones de 0 a 100, para facilitar la lectura del nivel de importancia de cada impacto para su posterior clasificación. (Martínez, 2010).

Lo anterior se logra mediante el uso de la siguiente ecuación (también propuesta por Martínez).

$$I(CA)N = (ICA - \text{Min}) \div (\text{Máximo} - \text{Mínimo}) \times 100$$

“Donde:

Mínimo = 4

Máximo= 28,”. (ecuación obtenida del libro de Martínez, 2010, p149)

De esta forma, el resultado obtenido se clasifica de acuerdo a los siguientes rangos:

Tabla 11: Sistema de clasificación propuesto para la importancia ambiental

Rango de la I(CA)N	Valoración del Impacto	Significado para la EIA
≤ 25	Irrelevante	No genera daños irreversibles en el factor y no requiere de la aplicación de medidas de manejo para su recuperación.
$> 25 < 50$	Moderado	Genera daños menores en el factor y requiere de la aplicación de medidas de manejo sencillas para su recuperación.
$\geq 50 < 75$	Severo	Genera daños evidentes en el factor y requiere de la aplicación inmediata de medidas de manejo para su recuperación.
≥ 75	Crítico	Genera daños muy severos en el factor y requiere de la aplicación inmediata de medidas de manejo intensivas para su recuperación.

Fuente: (Martínez, 1997 citado en Martínez, 2010)

Una vez explicado la metodología, esta ya se puede aplicar al caso de estudio, es decir; al ejemplo del proyecto de transmisión energética.

A continuación, se propone la siguiente estructura para facilitar la calificación y el orden, referente al uso de la metodología.

Tabla 12: Estructura para la clasificación de impactos

DIMENSIÓN	IMPACTOS GENERADOS	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN						ICA	ICA (N)	Valoración de impacto	
		Intensidad	Cobertura	Reversibilidad	Periodicidad	Sinergia	Acumulación				
Física											
Biótico											
Cultural											
Social											
Económico											

Fuente: Elaboración propia, basada en Martínez 2010

Ahora bien, lo siguiente está relacionado directamente con los impactos propuestos para el ejemplo y el proyecto. A continuación, se muestra en la siguiente tabla los calificativos a los impactos ambientales y su clasificación.

Tabla 13: Calificativos y criterios para el ejemplo

DIMENSIÓN	IMPACTOS GENERADOS	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN						ICA	ICA (N)	Valoración de impacto
		Intensidad	Cobertura	Reversibilidad	Periodicidad	Sinergia	Acumulación			
Física	Contaminación del agua por sólidos suspendidos	2	2	1	3	2	0	10	25,0	Irrelevante
	Disminución o incremento del caudal hídrico natural	1	2	1	3	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Fluctuación irregular del caudal	1	2	1	3	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Contaminación de fuentes hídricas cercanas	2	2	1	1	2	0	8	16,7	Irrelevante
	Compactación del suelo	4	2	1	1	0	2	10	25,0	Irrelevante
	Contaminación del aire	1	2	1	3	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Contaminación atmosférica	1	2	1	3	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Contaminación visual	2	2	7	5	2	2	20	66,7	Severo
	Contaminación auditiva	1	2	1	3	0	0	7	12,5	Irrelevante
	Erosión	1	2	3	1	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Alteraciones en el paisaje	5	1	5	5	2	2	20	66,7	Severo
	Cambio en la dinámica de uso del suelo	4	2	3	5	0	0	14	41,7	Moderado
	Perdidas de micro y macronutrientes del suelo	1	2	3	1	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Posible remoción en masa	1	2	3	1	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Pérdida del sustrato (suelo)	1	2	3	1	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Pérdida de la porosidad del suelo	5	2	3	1	2	2	15	45,8	Moderado
	Reducción en la tasa de infiltración	5	2	1	1	2	2	13	37,5	Moderado
	Pérdida de biodiversidad	2	1	7	5	2	0	17	54,2	Severo
	Alteraciones en el paisaje	5	1	7	5	2	2	22	75,0	Crítico
	Pérdida de actividad biológica del suelo	1	2	3	1	2	0	9	20,8	Irrelevante
Biotico	Migración de especies	1	1	7	3	2	0	14	41,7	Severo
	Generación de vectores	1	2	3	1	2	0	9	20,8	Irrelevante
	Desplazamiento de la población local	1	1	7	1	0	0	10	25,0	Irrelevante
Cultural	Reconstrucción y preservación del patrimonio histórico-cultural	2	1	7	1	0	0	11	29,2	Moderado
	Riesgo a la salud por lesiones	4	2	1	5	0	0	12	33,3	Moderado
Social	Calidad de vida	2	2	1	1	2	2	10	25,0	Irrelevante
	Devaluación de predios	4	2	7	3	2	2	20	66,7	Severo
Economico	Cambios en la economía local	3	2	3	3	2	0	13	37,5	Moderado
	Decrecimiento de la economía local	2	2	3	3	2	2	14	41,7	Moderado
	Incremento de la economía local	3	2	3	3	2	0	13	37,5	Moderado
	Generación de empleo	3	1	1	1	2	0	8	16,7	Irrelevante

Fuente: Elaboración propia, basada en Martínez 2010

Para finalizar con la metodología, se muestra un cuadro resumen con los impactos más significativos obtenidos por la aplicación de la metodología de Martínez.

Tabla 14: Resumen impactos significativos

IMPACTOS GENERADOS	Valoración de impacto	
Pérdida de biodiversidad	Severo	
Migración de especies		
Devaluación de predios		
Alteraciones en el paisaje	Crítico	

Fuente: Elaboración propia

Los impactos ya se encuentran clasificados y se conoce cual es el impacto más significativo (alteraciones en el paisaje). De esta forma, se puede proceder a utilizar los SIG para la evaluación de impacto ambiental.

En contexto, primero se debe determinar que el impacto seleccionado tenga aplicabilidad en los SIG, por ejemplo; alteraciones en paisaje hace referencia a área potencial afectada, “en términos biofísicos”. Es de decir, que los SIG no tienen una fuerte aplicabilidad en el campo social.

PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL UTILIZANDO SIG

Antes de empezar con la propuesta, se debe hacer especificidad en la información que se desea utilizar. También conocer que información aportan las instituciones gubernamentales y proceder con la selección.

En este caso, se va a trabajar con información obtenida del IDEAM -catálogo de mapas- (capa de coberturas y capa de áreas protegidas -RUNAP-), de la DIAN -datos MGN- (área urbana).

Nota aclaratoria: Lo ideal es trabajar con capa de *coberturas del suelo* y capa de *usos del suelo*, ya que tienen una diferencia y es la siguiente: la capa de usos del suelo esta ligada directamente a lo antrópico, es decir; áreas que el hombre dispone con un objetivo específico (de producción), y la *cobertura del suelo*, hace referencia a esa condición general y natural que cubre la superficie del suelo.

No obstante, se trabaja con información geográfica del tendido eléctrico y de la ubicación de cada torre. En este sentido, se realizará el modelo de evaluación de impacto ambiental con el software Qgis.

Dicho esto, se procede con la propuesta. Esta se centra en la realización de un modelo en el software Qgis, el cual permita determinar el área afectada en cada categoría (cobertura del suelo, áreas protegidas y área urbana) que esta en la zona de influencia del proyecto.

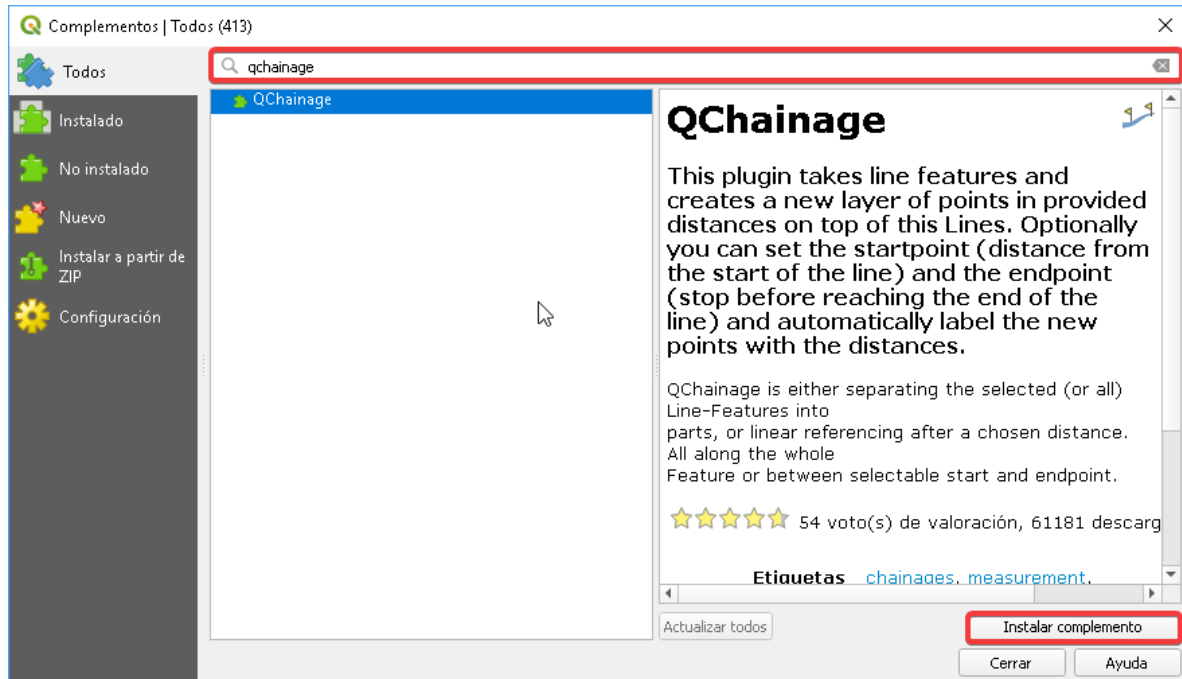
Para la realización del modelo se van a tener en cuenta las siguientes condiciones.

- Generar para los puntos de torres un buffer -zona de influencia- de 200m
- Generar para la zona del tendido eléctrico un buffer de 60m

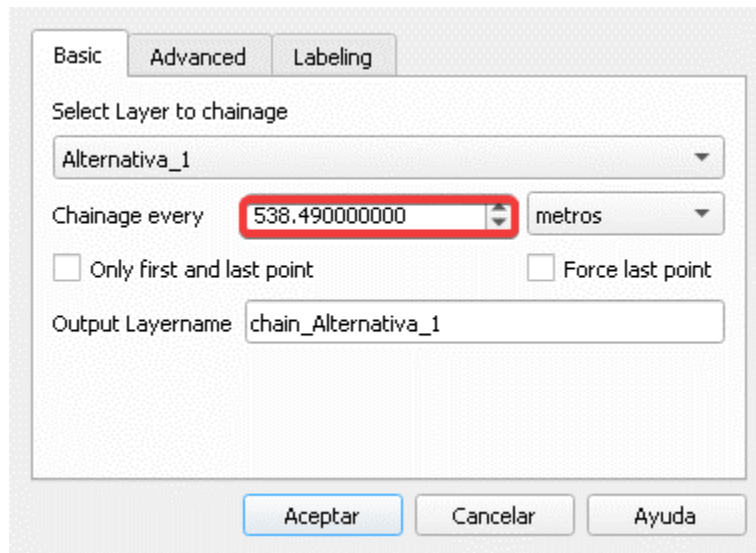
Lo primero, es que se tiene la información del tendido eléctrico e información del número de torres totales por alternativa. Para este caso se manejará con una equidistancia igual por torre, es decir; cada torre estará separada por la misma distancia. En este sentido, se dividirá la longitud de la alternativa con el número de torres de cada alternativa.

No obstante, para hacer que el software haga eso de una manera directa, se debe seguir los siguientes pasos:

Clic en complementos > seguido por clic en administrar e instalar complementos > clic en el apartado de buscar y escribir -*Qchainage*- > finalmente clic en instalar.

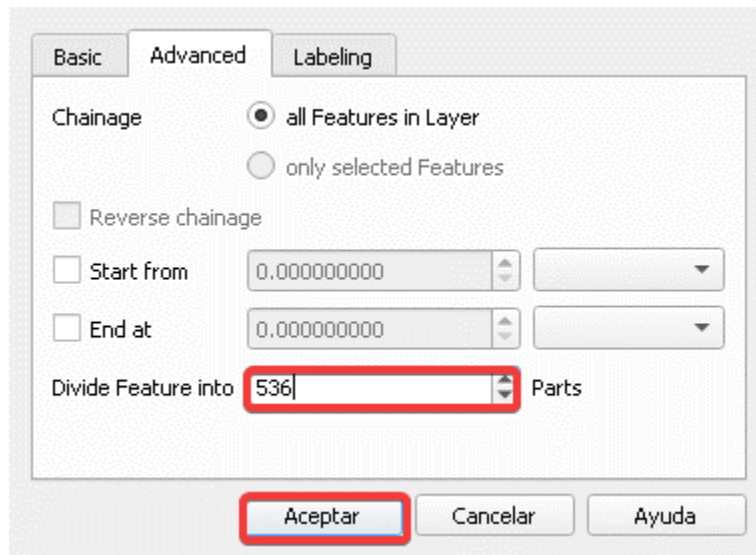


Posteriormente dar clic en vectorial > y después en *-Qchainage-*. El resultado se muestra a continuación.



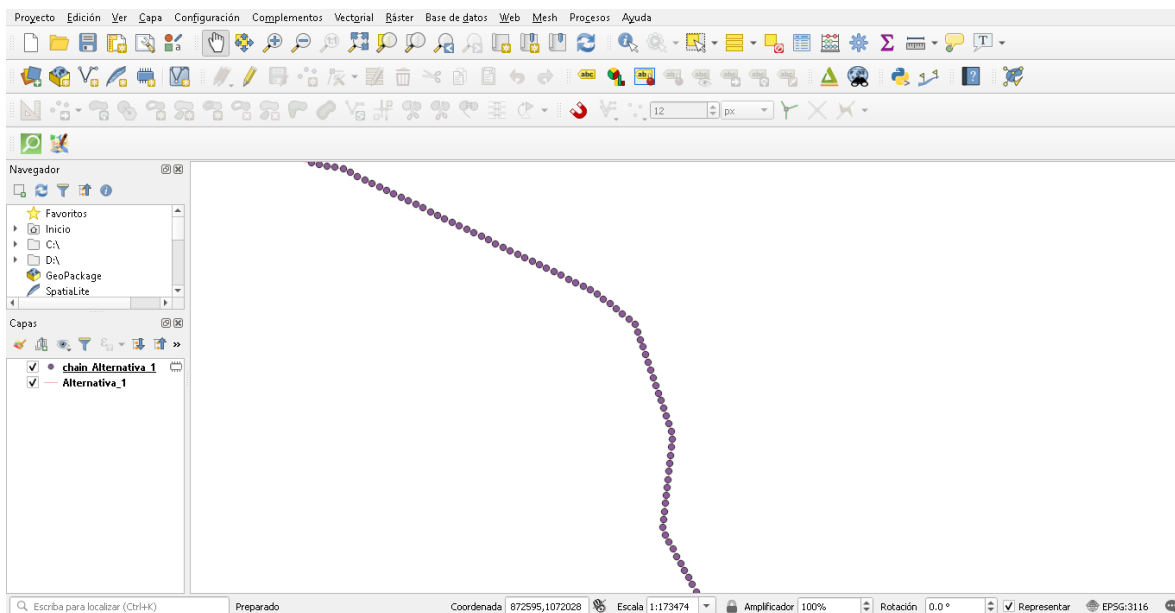
El valor presente en el recuadro rojo, es el resultado de la división de la longitud total de la alternativa entre el número de torres de la alternativa (en este caso, la alternativa 1).

Luego dar clic en *-advanced-* y este será el resultado.



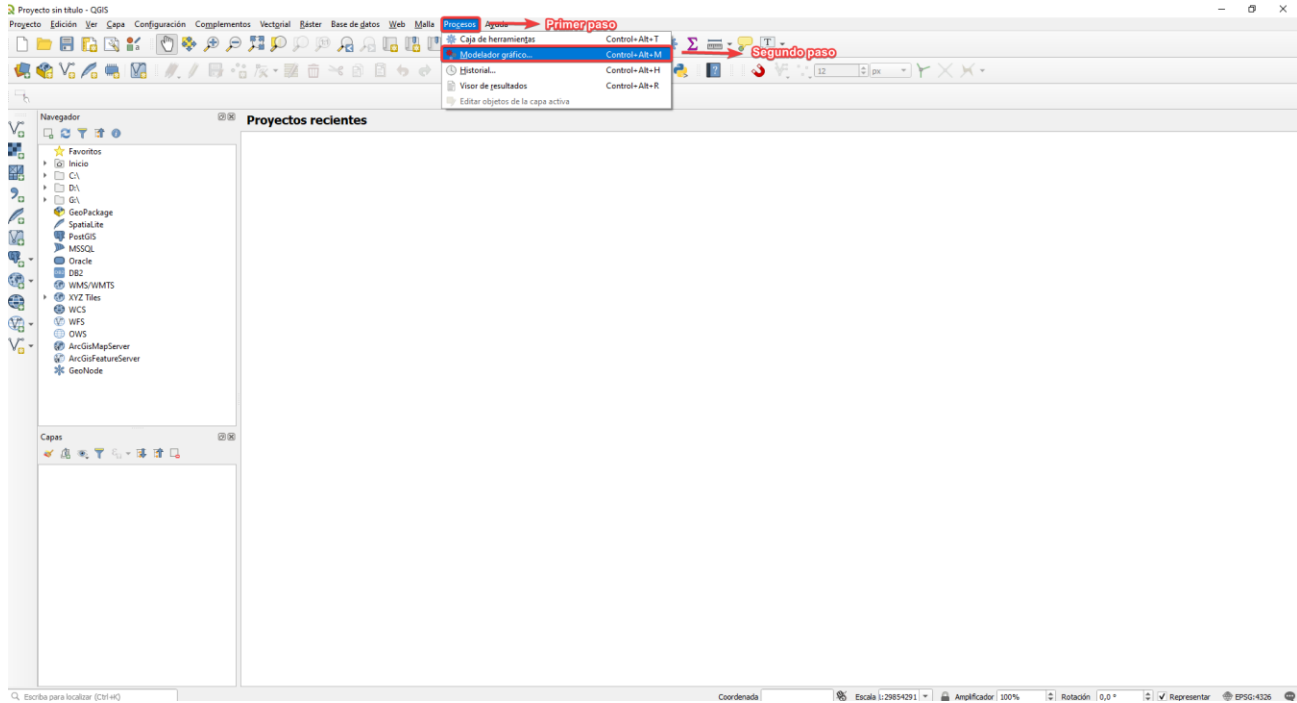
El valor que esta en el recuadro rojo es el número de torres, finalmente darle clic en *-aceptar-*

En este momento, se generan todas las torres para la alternativa 1. A continuación se muestra el resultado obtenido en el panel de capas.



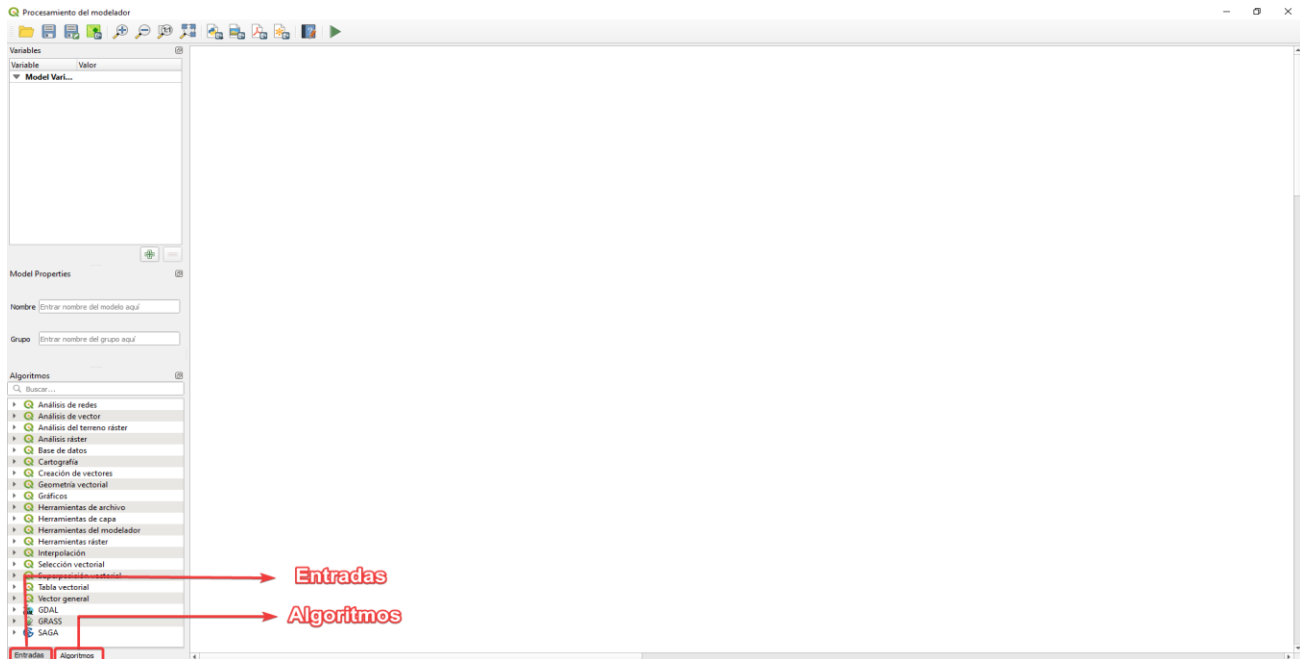
Recordar: El resultado se obtiene como una capa temporal, es necesario guardarla como archivo para tenerla almacenada y lista para la ejecución del modelo propuesto.

Entrando en materia (referente a la creación del modelo), lo primero que se debe hacer es abrir el software Qgis, y darle clic en el apartado de procesos y posteriormente darle clic al modelador gráfico.



Del paso anterior se tendrá la siguiente ventana como resultado:

En esta ventana se podrá hacer el diseño del modelo, de acuerdo al tipo de relación que presenten las variables, es decir; intersecciones, uniones, capas principales etc.



Lo primero que se debe empezar a plantear en el modelo son las capas principales, (aquellas obtenidas de instituciones), Por ejemplo; coberturas del suelo, áreas protegidas y área urbana, de estas se derivan unos procesos para obtener el resultado que se desea para la EIA.

En otros términos, el apartado de entradas del modelador, permitirá establecer las capas principales -mencionadas anteriormente-, y el apartado de algoritmos permitirá la conexión y procesos derivados de las capas de entrada.

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

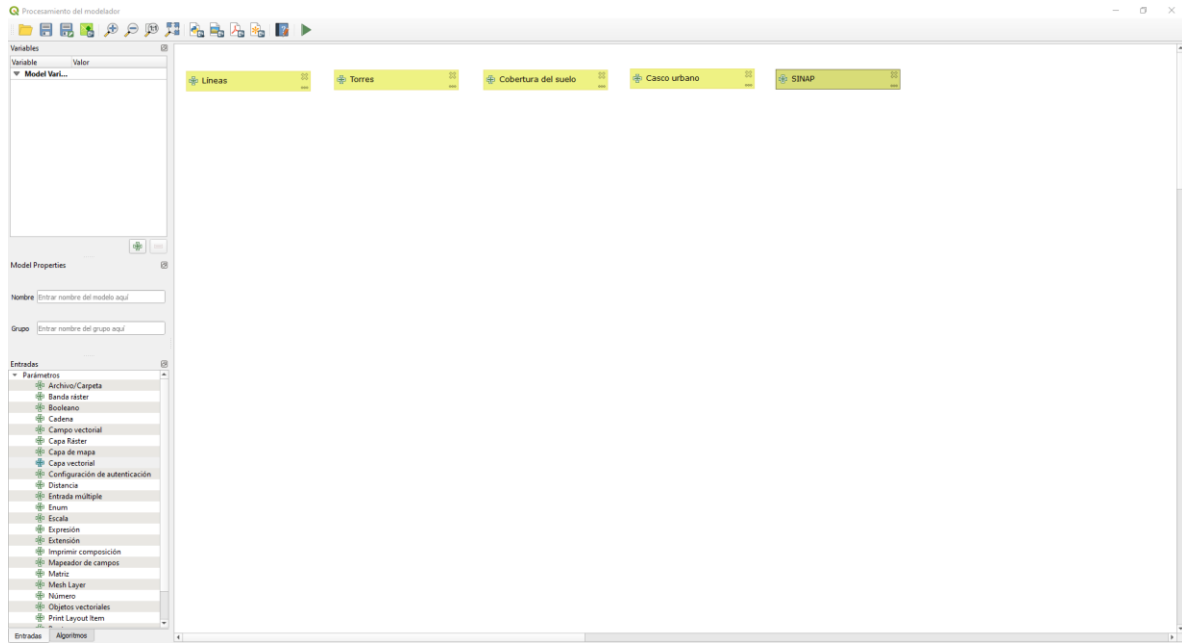
Explicado lo anterior, las capas de entrada serían las siguientes:

- Línea de tendido eléctrico, con el tipo de geometría *-lineal-*.
- Torres eléctricas, con el tipo de geometría *-punto-*
- Cobertura del suelo, con el tipo de geometría *-polígono-*
- Casco urbano, con el tipo de geometría *-polígono-*
- SINAP, con el tipo de geometría *-polígono-*

Dicho lo anterior, los pasos para agregar cada capa vectorial en el modelador gráfico son los siguientes:

- Clic en el apartado de entrada > buscar capa vectorial > crear el nombre de la capa vectorial con el tipo de geometría (explicado anteriormente) > clic en aceptar.

Aplicando lo anterior se obtiene este resultado.

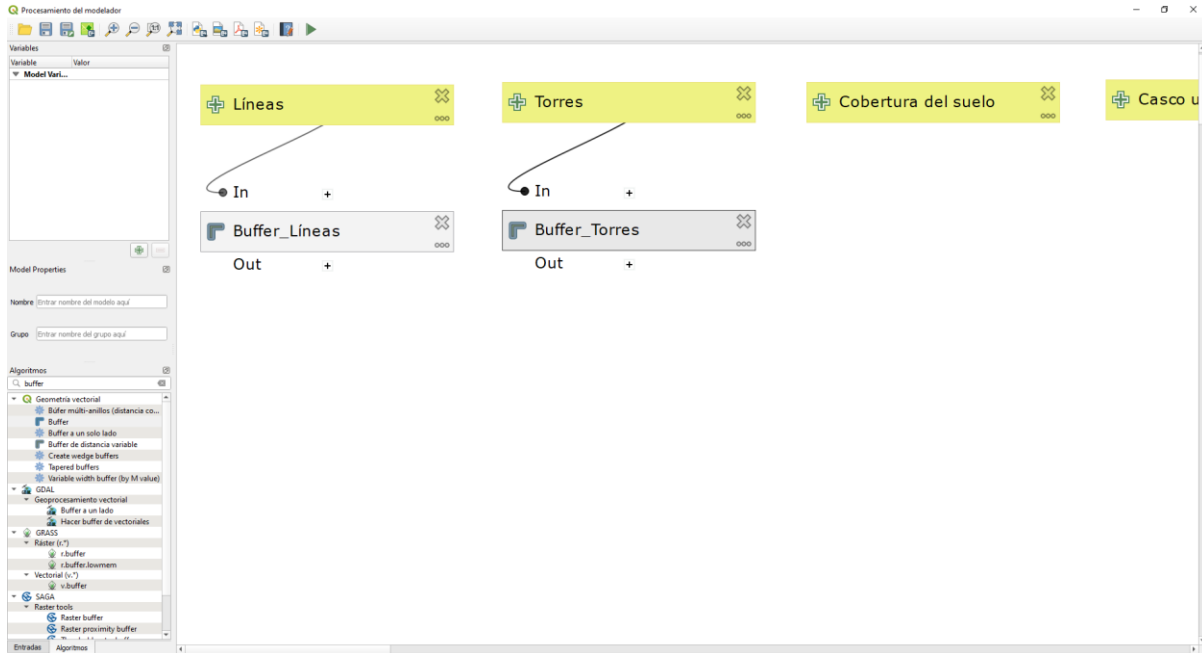


Estas son las capas vectoriales que condicionan a la estructura del modelo.

Ahora bien, es hora de empezar a pensar que elementos de los algoritmos se pueden utilizar para obtener el resultado. En este sentido, lo siguiente será crear buffers *-zona de influencia-* tanto para las líneas eléctricas como para las torres eléctricas.

Estos son los pasos para crear los respectivos buffers.

Primero dar clic en el apartado de algoritmos > luego dar clic en buscar y escribir “buffer”, se selecciona esta opción y se define el área de influencia que se desea. (ver: propuesta de EIA utilizando SIG, condiciones para el modelo). Cabe recalcar que cada buffer debe estar conectado a la capa de entrada a la que se le quiere generar un área de influencia.

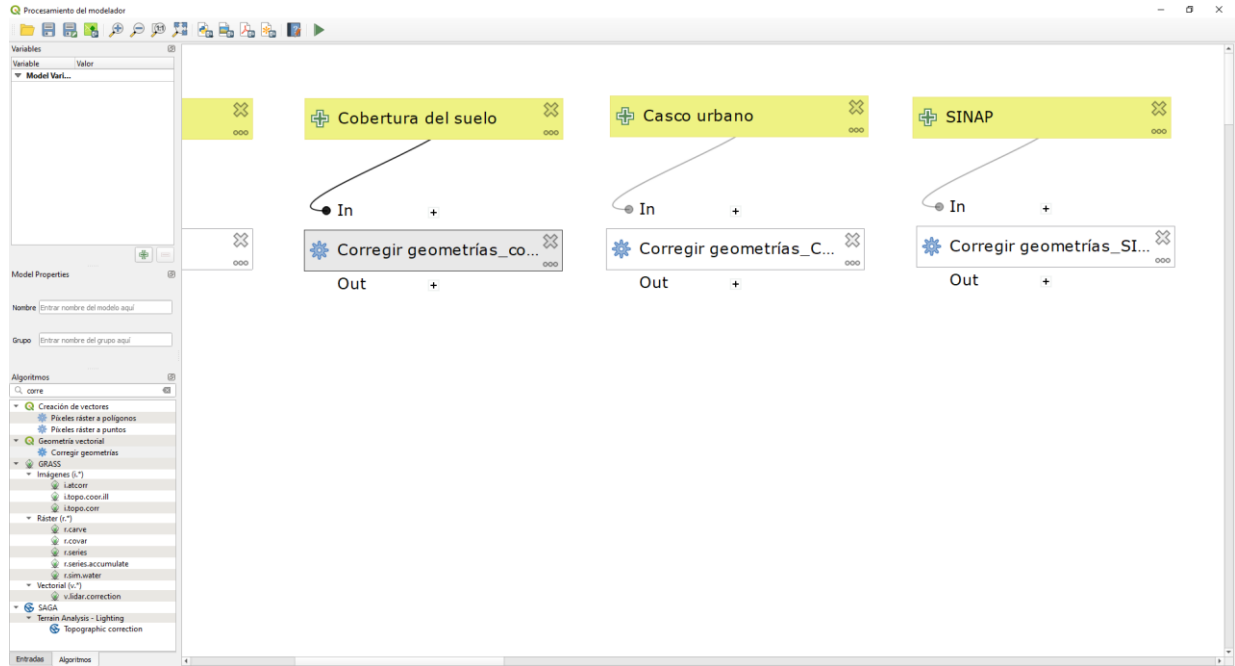


De esta forma ya se tienen las respectivas áreas de influencia con las que se desarrollará el modelo.

Las capas aportadas por las instituciones en ocasiones pueden tener errores de geometría, es por este motivo que antes de conectarlas directamente con algún tipo de algoritmo, se hace pertinente realizar el ajuste o corrección de geometrías. Para esto se debe seguir los siguientes pasos.

Primero dar clic en el apartado de algoritmos > lo siguiente es dar clic en buscar y escribir *-corregir geometrías-* > la capa de entrada debe ser la capa vectorial a la que se le desea dar el ajuste > finalmente dar clic en aceptar.

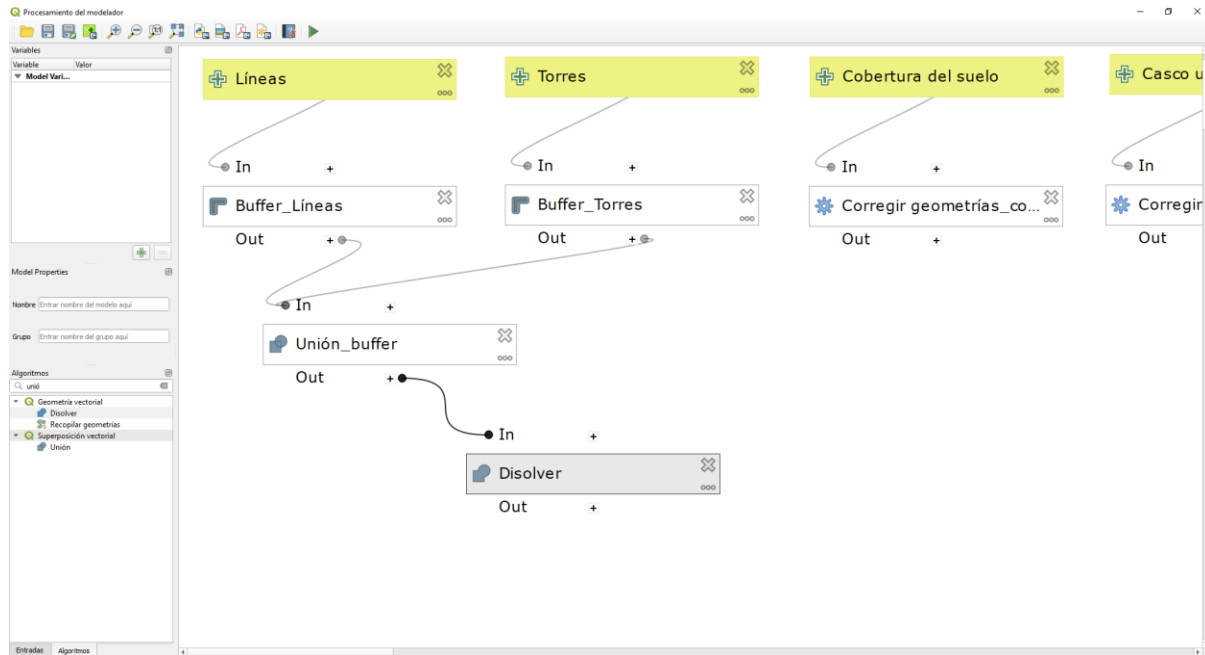
El resultado debe ser el siguiente:



Respecto a los buffers creados, a estos se les propone aplicar un algoritmo llamado *-disolver-*. Esto permitirá que ambos buffers se unan en términos espaciales, es decir; que no haya una diferencia entre los buffers. Para esto, seguir los siguientes pasos.

Primero dar clic en el apartado de algoritmos > luego dar clic en buscar y escribir *-unión-*, las capas de entrada son los respectivos buffers (buffer líneas y buffer torres). Hasta este punto, simplemente se logra una unión, pero aún siguen estando diferenciadas, es decir; se debe crear un disuelto a la unión. Esto se hace siguiendo los siguientes pasos.

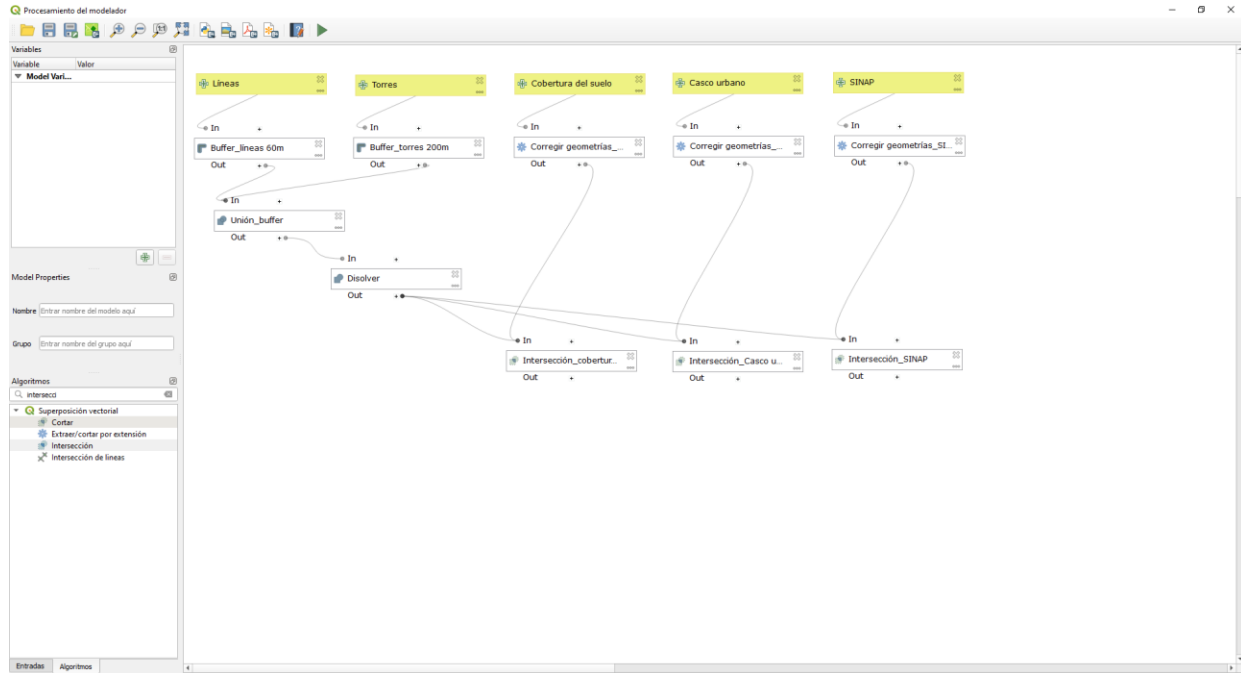
Nuevamente dar clic en el apartado de algoritmos > luego dar clic en buscar y escribir *-disolver-*, la capa de entrada será la unión de ambos buffers > finalmente clic en aceptar.



Hasta ahora, el modelo cuenta con las áreas de influencia y las correcciones de las geometrías, lo siguiente es relacionar el *-disuelto-* con cada capa vectorial, es decir; relacionarlo con las siguientes capas, cobertura del suelo, casco urbano, SINAP. Para hacerlo se debe tener en cuenta lo siguiente.

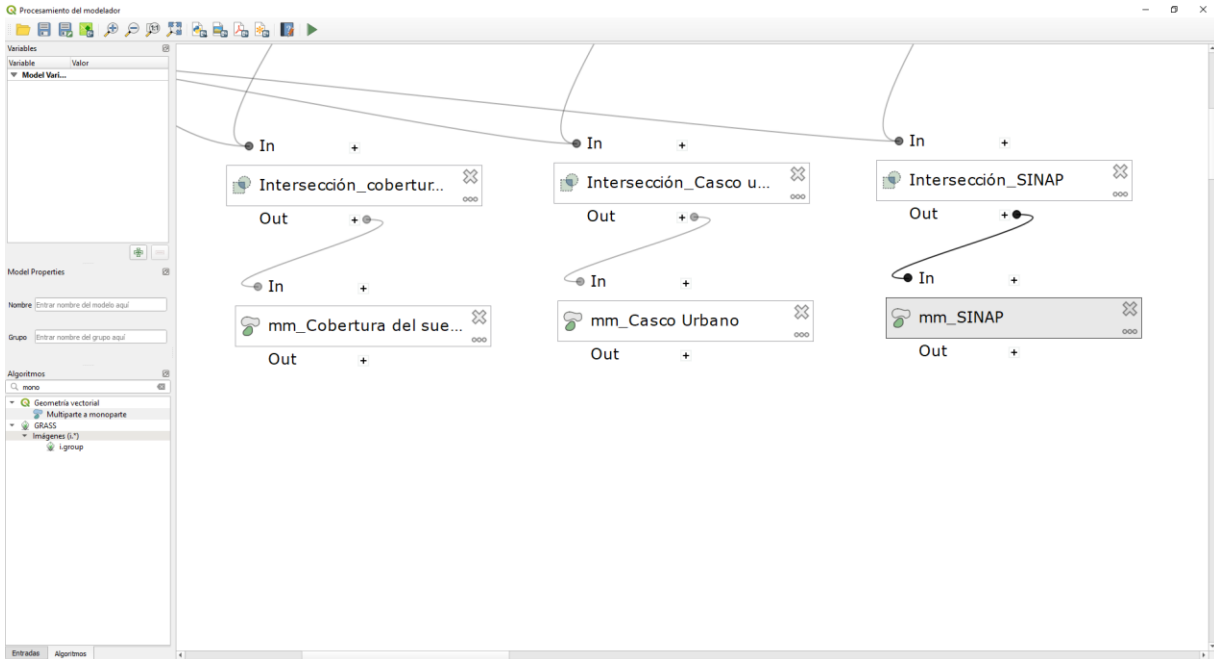
Lo que se pretende hacer es que la información contenida en cada capa vectorial (anteriormente mencionadas) quede en solamente en el área de influencia. Esto se puede hacer mediante los siguientes pasos.

Primero dar clic en el apartado de algoritmos > luego dar clic en buscar y escribir *-intersección-* > posteriormente, las capas de entrada serán el disuelto del buffer y el algoritmo de corregir geometrías de cada capa. De esta forma quedará expresado gráficamente de la siguiente manera:



Hasta este punto, ya se tiene el área de cada capa de información contenida o limitada en el área de influencia. Lo siguiente es generar una diferencia geográfica entre los polígonos contenidos en cada capa, que pueden tener la misma descripción o, por ejemplo; el mismo uso, pero que geográficamente son diferentes. Eso se logra aplicar con los siguientes pasos.

Primero dar clic en el apartado de algoritmos > luego dar clic en buscar y escribir *-multiparte a monoparte-* > posteriormente, la capa de entrada será la intersección de cada capa en específico > finalmente dar clic en aceptar. Lo anterior se representa gráficamente de la siguiente forma:



El modelo esta en su recta final, lo que hace falta es importante, en este punto se necesita calcular el área de cada capa vectorial que está dentro del área de influencia, para esto se debe hacer lo siguiente.

Primero dar clic en el apartado de algoritmos > luego dar clic en buscar y escribir *-calculadora de campos-* > la capa de entrada será la capa de interés para calcular el área, en el cuadro resultante se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Nombre de campo de resultado

123 area_cobertura |

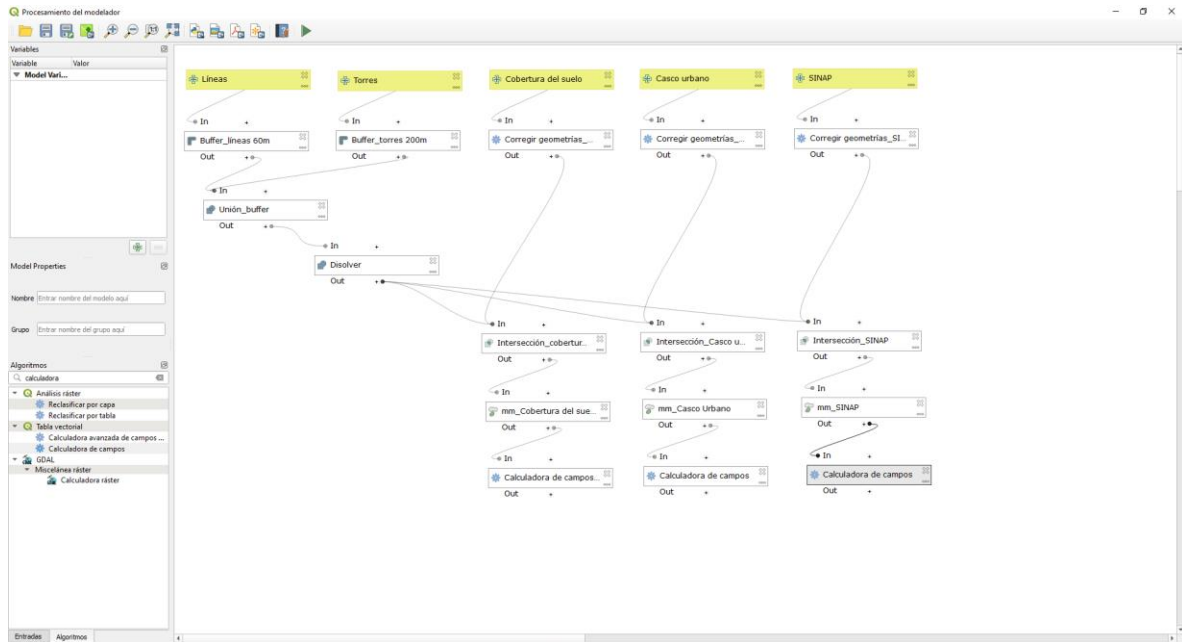
Tipo de campo

123 Coma flotante

Fórmula

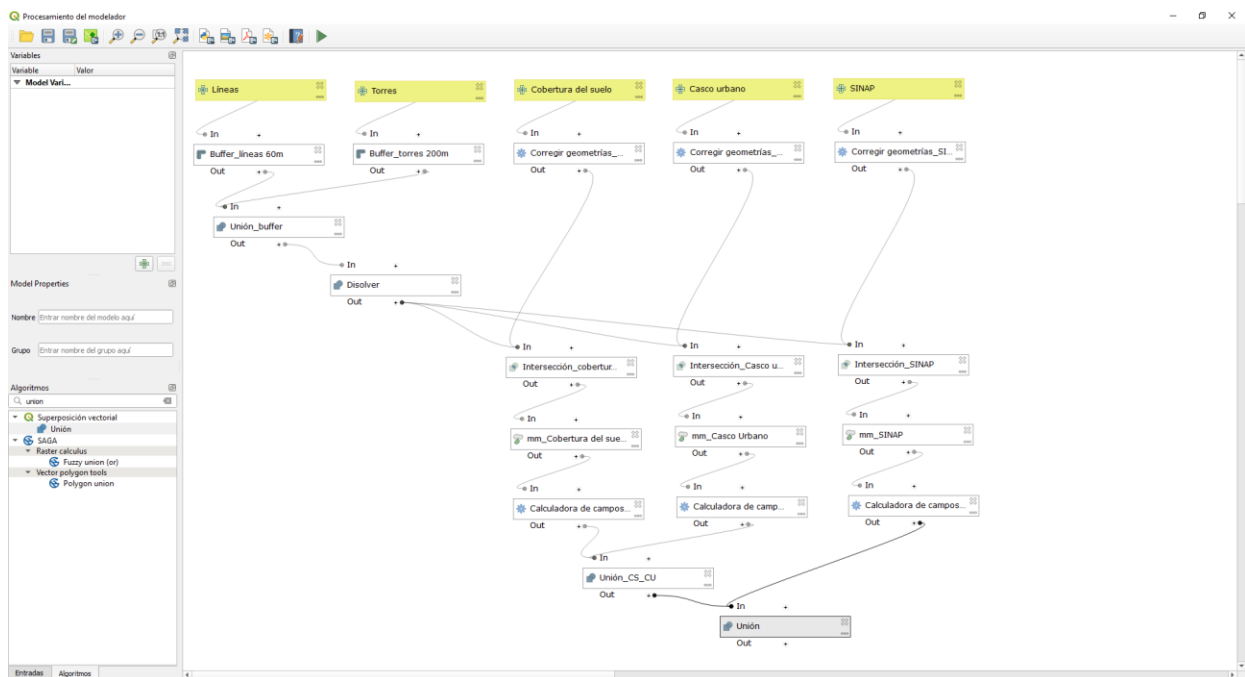
123 \$area

Por consiguiente, gráficamente el modelo luce de la siguiente manera:



Continuando, en este momento el modelo ya tiene incluido el cálculo de áreas. Pero por facilidad a la hora de analizar, es más conveniente generar un archivo con todos los resultados. Lo anterior se logra, uniendo las *-calculadoras de campos-* con el algoritmo *-unión-*, es decir; las calculadoras de campo son la capa de entrada para la unión.

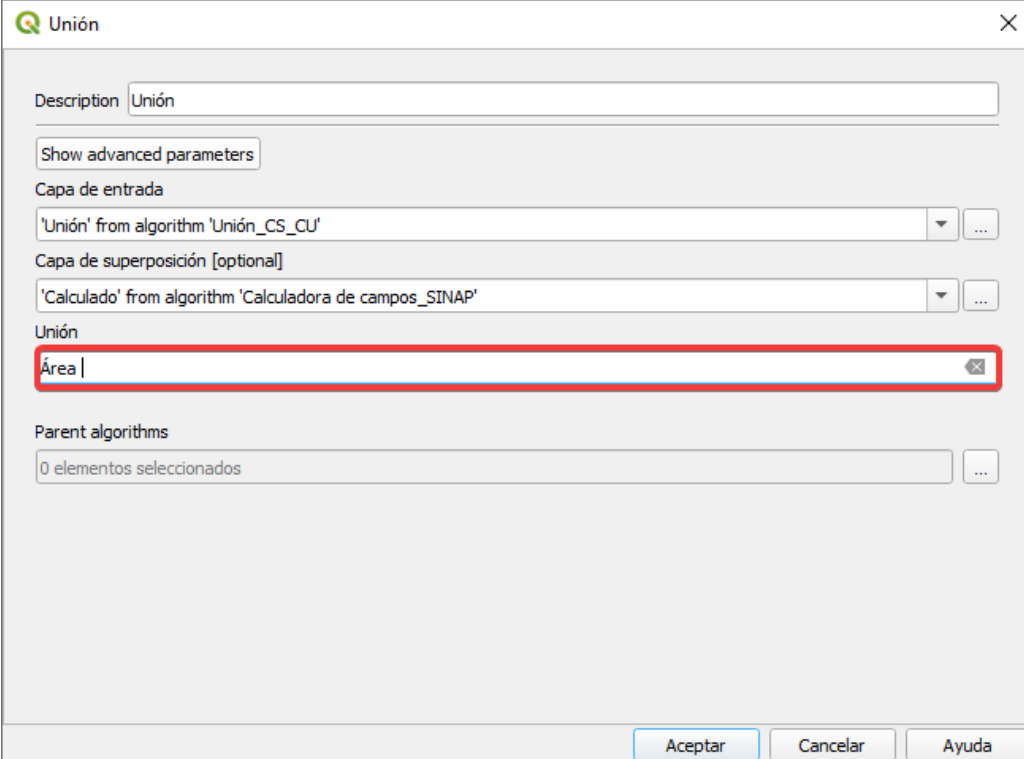
De esta manera, gráficamente el modelo esta representado de la siguiente forma:



Estructuralmente el modelo ya está terminado, solo hace falta generar el resultado. Este se genera de la siguiente forma.

En el cuadro de la ultima unión, aparece una opción de mostrar el resultado final, si se activa esta, el modelo ya se podrá ejecutar. Es de decir que el modelo genera como resultado un solo archivo, para facilitar su análisis.

El cuadro de la unión se muestra a continuación, esto para orientar sobre las condiciones que se deben tener en cuenta para finalizar con el resultado que se quiere obtener.



Unión

Description Unión

Show advanced parameters

Capa de entrada
'Unión' from algorithm 'Unión_CS_CU'

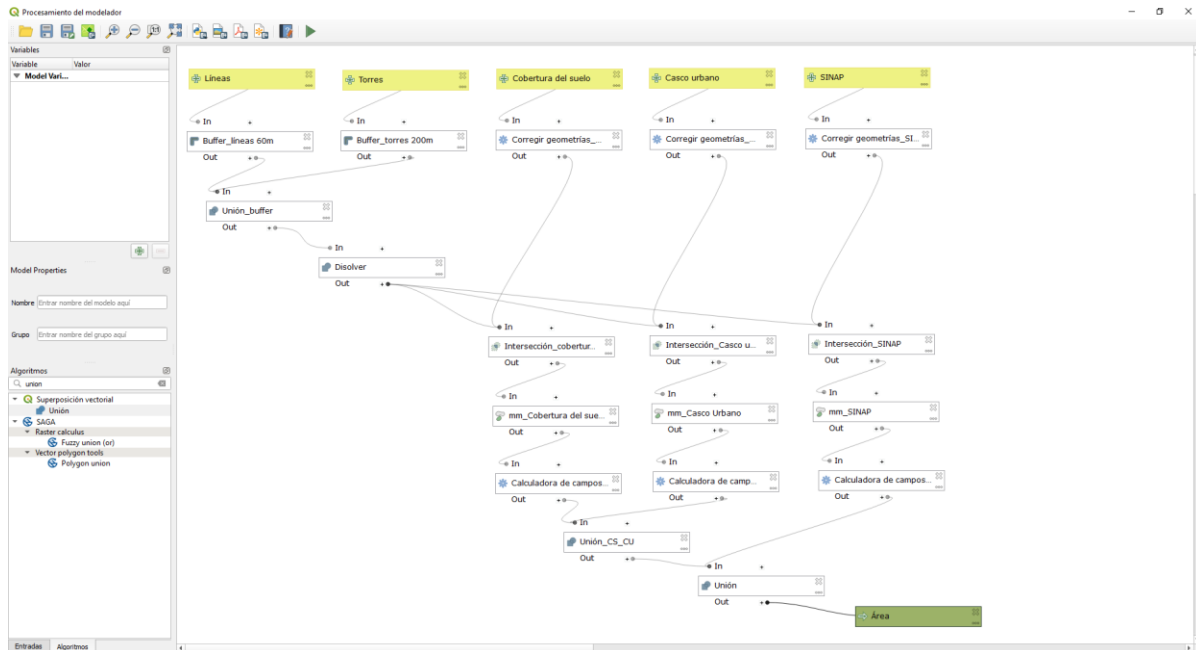
Capa de superposición [optional]
'Calculado' from algorithm 'Calculadora de campos_SINAP'

Unión
Área

Parent algorithms
0 elementos seleccionados

Aceptar Cancelar Ayuda

A continuación, se muestra el modelo terminado y listo para ejecutarse.

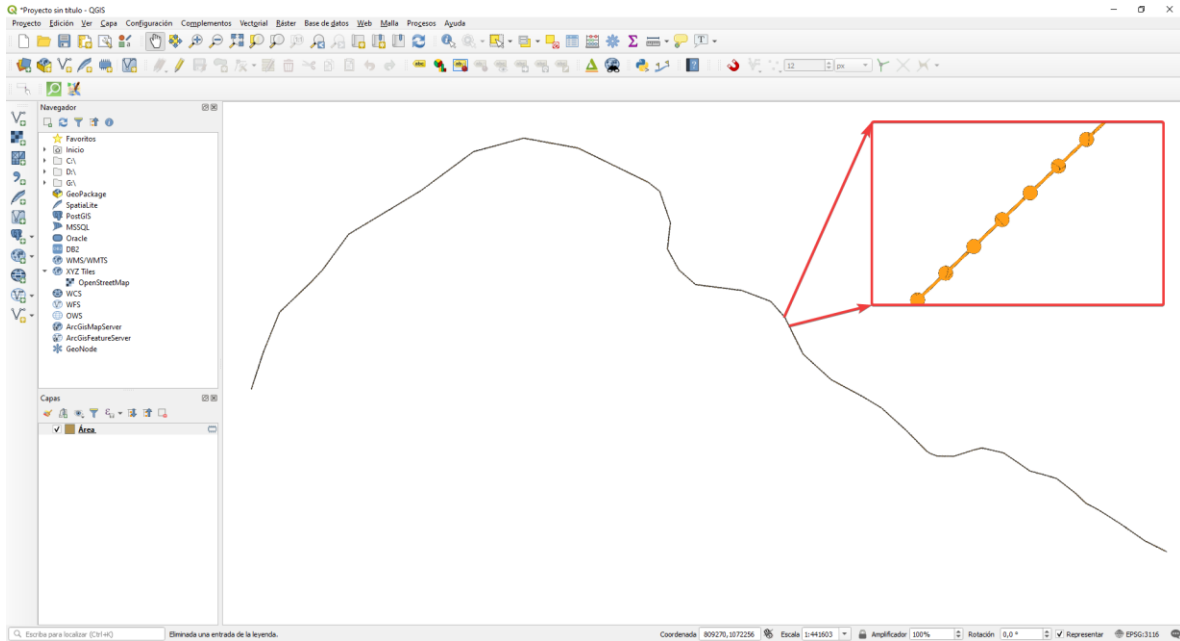



Para ejecutar el modelo, se da clic en la siguiente opción  -ejecutar modelo-. Aparecerá el siguiente cuadro.

En este cuadro, se selecciona cada capa de las que se tienen por medio de fuentes institucionales o por otra fuente. Finalmente, se ejecuta el modelo y se espera a que procese los datos informativos.

Nota aclaratoria: La velocidad de ejecución esta directamente relacionada con el rendimiento y características del equipo de cómputo y con la complejidad del modelo propuesto.

Cuando el modelo termina de ejecutar, el resultado grafico será el siguiente:



En el recuadro rojo, se puede apreciar el resultado a una menor escala. Este resultado solamente es gráfico, lo que verdaderamente importa es la información que contiene el archivo. Para esto, seleccionamos la capa y le damos clic  - tabla de atributos-, en esta se tiene toda la información respecto al área de influencia. El resultado es el siguiente:

Area o Objeto total: 541, Filtrado: 541, Seleccionado: 0																		
fid	longitud	fid_2	cngmetros	fid_3	LEVENDAJN	area_cobertura	fid_4	longitud_2	fid_2_2	cngmetros_2	fid_3_2	CPGB_CNMBR	CPGB_CNMBR_2	CPGB_CNMBR_3	CPGB_CNMBR_4	area_cascurbano	fid_5	longitud_3
1	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	892							18432,956	NUEI
2	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	37	EL MADRAC'O						40,057	NUEI
3	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	747			LA CARBONERA				4700,446	NUEI
4	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	479		SAN ANTONIO ...					2018,434	NUEI
5	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	555		LA GRAN VÍÑEA					16720,845	NUEI
6	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100960 2.4.2. Mesaco ...	80575,681	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	794					LA PALMA					60,637	1 230471,7488580...
7	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	222426 5.1.1. Rios (50 m)	4130,365	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	747					LA CARBONERA					4700,446	1 230471,7488580...
8	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	224189 2.4.3. Mesaco ...	596046,479	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	555					LA GRAN VÍÑEA					16720,845	NUEI
9	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	224189 2.4.3. Mesaco ...	48054,948	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	555					LA GRAN VÍÑEA					289,389	NUEI
10	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	224189 2.4.3. Mesaco ...	31677,149	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	226					PIÑA A NEGRA					789,156	NUEI
11	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	224189 2.4.3. Mesaco ...	31677,149	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	226					PIÑA A NEGRA					6140,460	NUEI
12	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100961 2.4.3. Mesaco ...	63236,863	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	37	EL MADRAC'O									40,057	NUEI
13	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	224189 2.4.3. Mesaco ...	16497,595	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	479				SAN ANTONIO ...						2018,434	NUEI
14	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100961 2.4.3. Mesaco ...	63236,863	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	37	EL MADRAC'O									1187,166	NUEI
15	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	222426 5.1.1. Rios (50 m)	4130,365	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	747					LA CARBONERA					4700,446	NUEI
16	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	103120 2.3.1. Pastos R...	20908,633	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	892						CHORRILLO				18432,956	NUEI
17	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	99168 2.3.1. Pastos R...	66952,679	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	747					LA CARBONERA					4700,446	NUEI
18	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	112219 2.4.2. Mesaco ...	54913,494	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	479				SAN ANTONIO ...						2018,434	NUEI
19	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	112072 1.1.1. Tejido urb...	27885,125	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	555				LA GRAN VÍÑEA						16720,845	NUEI
20	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	103121 2.4.4. Mesaco ...	31646,223	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	892						CHORRILLO				18432,956	NUEI
21	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	112218 1.1.2. Tejido urb...	6273,989	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	479				SAN ANTONIO ...						2018,434	NUEI
22	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100790 2.4.4. Mesaco ...	15285,435	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
23	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	101916 2.3.1. Pastos R...	83753,054	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
24	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	101918 2.3.1. Pastos R...	42302,865	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
25	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	101918 2.3.1. Pastos R...	26224,656	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
26	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	101916 2.3.1. Pastos R...	26858,967	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
27	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100807 2.4.3. Mesaco ...	1224,711	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
28	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	108945 2.4.3. Mesaco ...	7229,621	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
29	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100807 2.4.3. Mesaco ...	116698,096	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
30	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	100807 2.4.3. Mesaco ...	190950,218	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
31	1 230471,7488580...	1 135348,1065215...	108939 2.3.1. Pastos R...	4961,348	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI	NUEI
Mostrar todos los objetos especiales																		

Lo anterior son los datos resultantes, en este caso por facilidad de manejo y de cálculos que se derivan del resultado, se propone exportarlo como un archivo de formato *-XLSX* - para trabajarlo directamente en Excel.

Los pasos son los siguientes:

Primero seleccionar la capa y darle clic secundario > luego dirigirse a *-exportar-* > posteriormente darle clic en *-guardar objetos como-*, siguiendo estos pasos se obtendrá el siguiente resultado:

Guardar capa vectorial como...

Formato: Hoja de cálculo de MS Office Open XML [XLSX]

Nombre de archivo:

Nombre de la capa:

SRC: EPSG:3116 - MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone

Codificación: UTF-8

☐ Guardar sólo los objetos espaciales seleccionados

▼ Seleccione campos a exportar y sus opciones de exportación

Nombre	Tipo	Reemplazar con los valores mostrados
<input checked="" type="checkbox"/> fid	int8	
<input checked="" type="checkbox"/> categoria	string	
<input checked="" type="checkbox"/> fid_2	int8	
<input checked="" type="checkbox"/> longitud	double	
<input checked="" type="checkbox"/> fid_2_2	integer	<input checked="" type="checkbox"/> Usar Intervalo
<input checked="" type="checkbox"/> cngmetros	double	

Seleccionar todo Deseleccionar todo

☒ Sustituir todos los valores de campo en bruto seleccionados por los valores mostrados

▼ Geometría

Tipo de geometría: Automático

☐ Forzar multi tipo

☒ Añadir archivo guardado al mapa Aceptar Cancelar Ayuda

En el recuadro azul, se puede seleccionar los campos que se desean exportar. En este sentido, se deselecciona los campos con el nombre *-fid-*, ya que en el momento no son de interés para el análisis de la EIA

Finalmente, se le da un nombre al archivo y se selecciona el lugar de guardado. El resultado es el siguiente:

[illegible]

Una vez abierto el archivo en Excel, se debe tener en cuenta los nombres de los campos de cada capa que se utilizaron en el modelo, por ejemplo; el campo contenido en la capa de SINAP, tiene como nombre *-categoría-*. Esto se debe tener en cuenta para evitar confusiones respecto al procesamiento de datos.

Hasta este momento, solo se tiene los datos de la alternativa 1 (ver: zona de estudio para el desarrollo del modelo). Aunque ya se tiene la estructura del modelo desarrollado, es decir; que a partir de ese mismo modelo se pueden ejecutar las otras 2 alternativas faltantes.

Nota aclaratoria: El software por predeterminado arroja el cálculo del área en metros cuadrados (m²), para facilitar la lectura en el manejo de datos se convierten de m² a hectáreas (ha).

Organizando los datos obtenidos, el archivo queda de la siguiente manera:

Alternativa1 - Excel									
Gonzaga Marín Acosta									
Archivos Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Referir Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?									
Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles Portapapeles									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR									
CPOB_CNMBR_2									
CPOB_CNMBR									
Categoría									
Area influencia SINAP m2									
Area influencia SINAP ha									
LEYENDA3N									
Area influencia usos m2									
Area influencia usos ha									
CPOB_CNMBR</									

LEYENDA3N

Area_influencia_usos m2

A Z

Ordenar de A a Z

Z A

Ordenar de Z a A

Ordenar por color

Borrar filtro de "LEYENDA3N"

Filtrar por color

Filtros de texto

Buscar

☒ (Seleccionar todo)
 ☒ 1.1.1. Tejido urbano continuo
 ☒ 1.1.2. Tejido urbano discontinuo
 ☒ 1.2.1. Zonas industriales o comerciales
 ☒ 2.1.2. Cereales
 ☒ 2.2.1. Cultivos permanentes herbaceos
 ☒ 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
 ☒ 2.2.3. Cultivos permanentes arboreos
 ☒ 2.3.1. Pastos limpios
 ☒ 2.3.3. Pastos enmalezados
 ☒ 2.4.1. Mosaico de cultivos
 ☒ 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
 ☒ 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
 ☒ 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
 ☒ 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
 ☒ 3.1.1. Bosque denso
 ☒ 3.1.2. Bosque abierto
 ☒ 3.1.4. Bosque de galeria y ripario
 ☒ 3.1.5. Plantacion forestal
 ☒ 3.2.2. Arbustal
 ☒ 3.2.3. Vegetacion secundaria o en transicion
 ☒ 3.3.2. Afloramientos rocosos
 ☒ 5.1.1. Rios (50 m)
 ☒ 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales

ACEPTAR

Cancelar

La clasificación de la cobertura de la tierra (Corine Land Cover) propuesta anteriormente es la siguiente:

Tabla 15: Unidades de cobertura terrestre de la Leyenda CLC

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales
		1.2.4. Aeropuertos
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera
		1.3.2. Zonas de disposición de residuos
	1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas
		1.4.2. Instalaciones recreativas
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.2. Cereales
		2.1.4. Hortalizas
		2.1.5. Tubérculos
	2.2 Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
	2.3 Pastos	2.3.1. Pastos limpios
		2.3.2. Pastos arbolados
		2.3.3. Pastos enmalezados
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
		2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales

Fuente: (IDEAM, 2012 p6)


Tabla 15: Unidades de cobertura terrestre de la Leyenda CLC

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMI-NATURALES	3.1. Bosque	3.1.1. Bosque denso
		3.1.2. Bosque abierto
		3.1.3. Bosque fragmentado
		3.1.4. Bosque de galería y ripario
		3.1.5. Plantación forestal
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal
		3.2.2. Arbustal
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales
		3.3.2. Afloramientos rocosos
4. ÁREAS HÚMEDAS		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
		3.3.4. Zonas quemadas
	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas Pantanosas
		4.1.2. Turberas
		4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
	4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros
		4.2.2. Salitral
5. SUPERFICIES DE AGUA		4.2.3. Playones de bajamar
	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
		5.1.3. Canales
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
	5.2. Aguas marítimas	5.2.2. Mares y océanos
		5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente: Fuente: (IDEAM, 2012 p7)

De acuerdo a lo anterior los datos obtenidos por la ejecución del modelo serán clasificados en el nivel 1, así se obtiene la siguiente propuesta calificativa. Teniendo en cuenta que el mayor impacto será calificado con 10 puntos y el menor impacto con 0 puntos (es decir; el de 0 no produce ningún impacto)

- Cualquier impacto a áreas protegidas será calificado con 10 puntos/hectárea
- El impacto a territorios artificializados será calificado con 7 puntos/hectárea
- El impacto a territorios agrícolas será calificado con 5 puntos/hectárea
- El impacto a los bosques y áreas seminaturales será calificado con 7 puntos/hectárea
- El impacto a cuerpos de agua superficiales será calificado con 8 puntos/hectárea

Una vez establecido los calificativos. Se procede con el manejo de datos en *-Excel-*. Es decir; calcular los puntajes de cada alternativa. Para eso se tiene en cuenta los filtros que se pueden hacer en el programa  **Filtro**.

Posteriormente el área debe ser multiplicada por el puntaje definido en el apartado anterior, obteniendo como resultado el puntaje de cada *-campo vectorial-* o de cada capa de información.

$$\text{Puntaje impacto} = \text{área (ha)} * (\#)\text{puntaje/(ha)}$$

Aplicando esta fórmula se obtienen los siguientes resultados del puntaje del impacto. Es de decir, que la próxima tabla representa de una forma resumida los resultados del proyecto en términos del impacto *-alteración del paisaje-*.

	Área Afectada m ²			Área Afectada ha			Calificativo		
	SINAP	Cobertura del suelo	Área urbana	SINAP	Cobertura del suelo	Área urbana	SINAP	Cobertura del suelo	Área urbana
Alternativa 1	9105357.98	17358262.19	142093.91	910.54	1735.83	14.21	9105.36	9293.67	99.47
Alternativa 2	16184762.41	29519202.32	820018.55	1618.48	2951.92	82.00	16184.76	16368.22	574.01
Alternativa 3	42953006.03	26490318.86	1360215.06	4295.30	2649.03	135.02	42953.01	14854.09	945.15

Los resultados indican que el menor puntaje en términos de impacto lo obtuvo la *-alternativa 1-*. En todas las categorías fue menor el impacto (*SINAP, Cobertura del suelo y área urbana*), por este motivo, es la mejor alternativa para la ejecución del proyecto (de las 3 alternativas propuestas). En este mismo sentido, es necesario destacar que la alternativa 1 es la mejor opción en lo que se refiere al impacto de *-alteración al paisaje-*, pero no tiene en cuenta de una forma directa otras dimensiones, como la social y la económica.

De esta forma los Sistemas de Información Geográfica tienen aplicabilidad en diversos campos, como, por ejemplo; en el desarrollo de este documento se evidencia que puede ser utilizado en la evaluación de impacto ambiental, en este caso; tiene una aplicabilidad parcial a la EIA (recordar: que no incluye ciertas dimensiones que la EIA debe contener).

No obstante, también puede ser participe del DAA. Lo anterior debido a que se pueden obtener resultados de diferentes alternativas con el fin de compararlas y determinar la significatividad del impacto de cada una.

BIBLIOGRAFÍA

ANLA, (2017), *Por el cual se define una alternativa para el Proyecto “Segundo refuerzo 24 de Red del Área Oriental: Línea de transmisión Nueva Esperanza – La Virginia 500 kV” y se toman otras determinaciones*. Bogotá-Colombia

Arboleda, J, (2005), *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín, Colombia.

Espinoza, G, (2002), *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Santiago-Chile

Martínez, R (2010), *propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia.

IDEAM, (2012), *catálogo de patrones de coberturas de la tierra Colombia*. Bogotá-Colombia.

CAPITULO 4.

EVALUACIÓN DE TIERRAS

La evaluación de tierras es el proceso mediante el cual se establece el desempeño de la tierra para un uso específico, es decir, la aptitud de uso de cada una de las clases de tierra existentes en una zona específica (UPRA, 2013). Así, la Evaluación de Tierras se enmarca dentro de la planificación del uso de las tierras y de esta forma se articula al ordenamiento territorial. La Ley 388 de 1997 establece que el ordenamiento del territorio municipal y distrital tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible (UPRA, 2013).

En este apartado se presentará un ejemplo hipotético sobre la evaluación de tierras (similar al que se realiza en Excel en la asignatura Manejo y conservación de suelos del programa académico Administración Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira) utilizando el software QGIS. El tipo de evaluación de la tierra que se ejemplificará es cualitativo, por lo que las aptitudes se expresarán en diferentes valoraciones, es decir, muy apto, moderadamente apto, no apto.

Se deben de tener en cuenta para la realización del ejemplo lo siguiente:

1. Unidad mínima de mapeo:

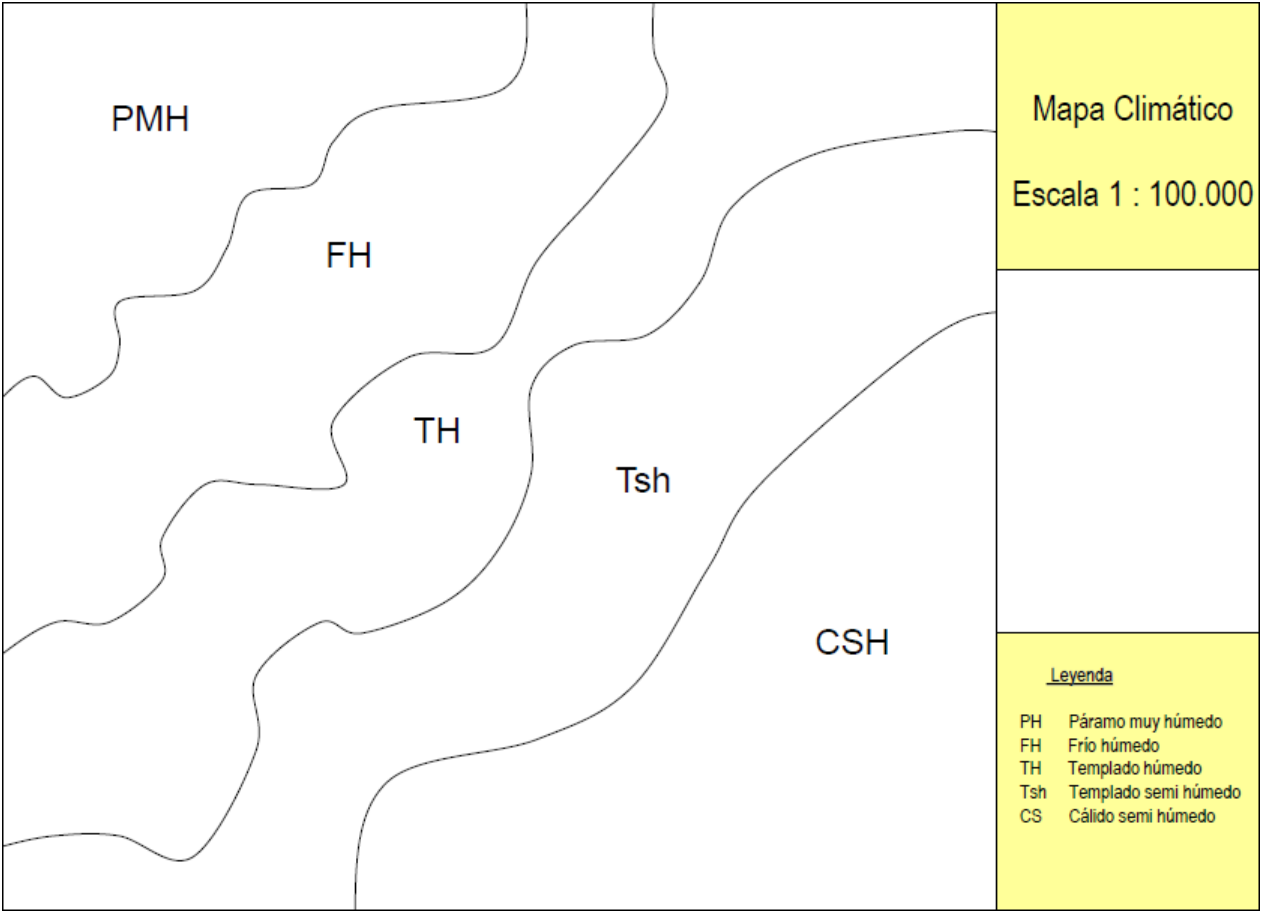
La unidad mínima de mapeo hace referencia a la unidad cartografiable más pequeña. Debe ser semejante al área de un cuadrado de 0.5 centímetros (cm) por 0.5 centímetros (cm). Se tomará como referencia esta unidad mínima de mapeo para el ejemplo, que para el caso de la escala 1:100.000 corresponde con 25 hectáreas o 0,25 km² (Correa, 2018).

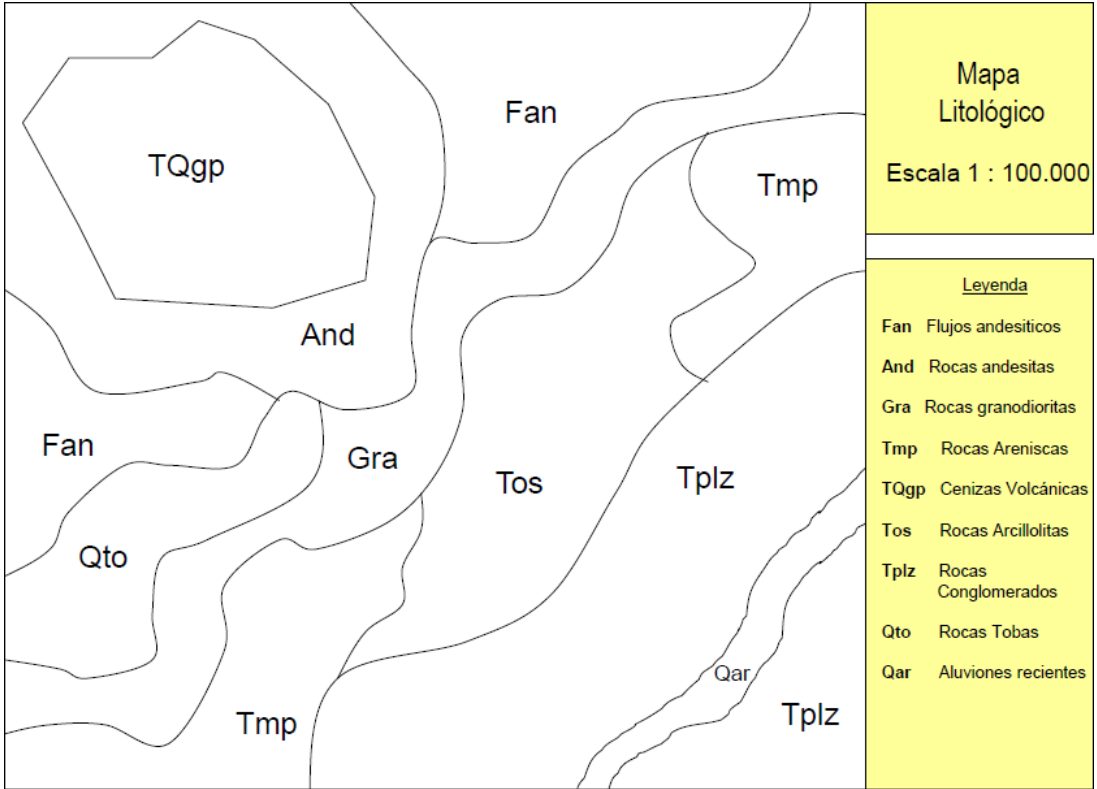
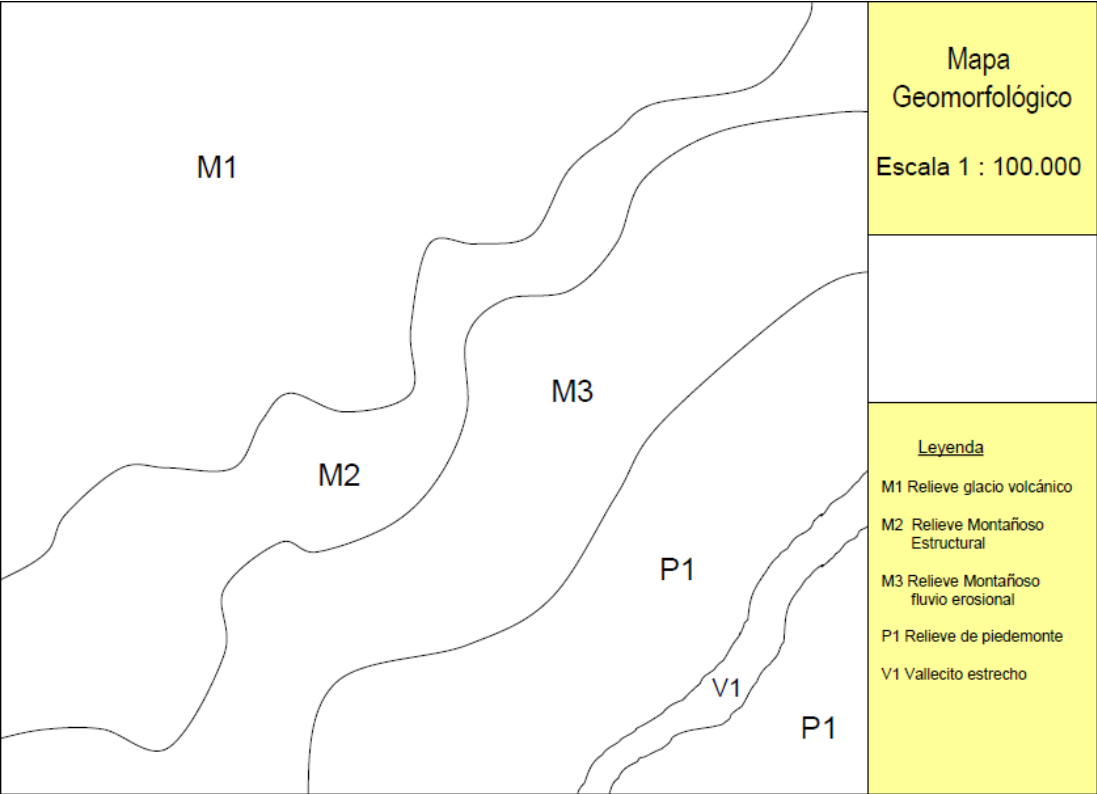
2. Definición del sistema de coordenadas:

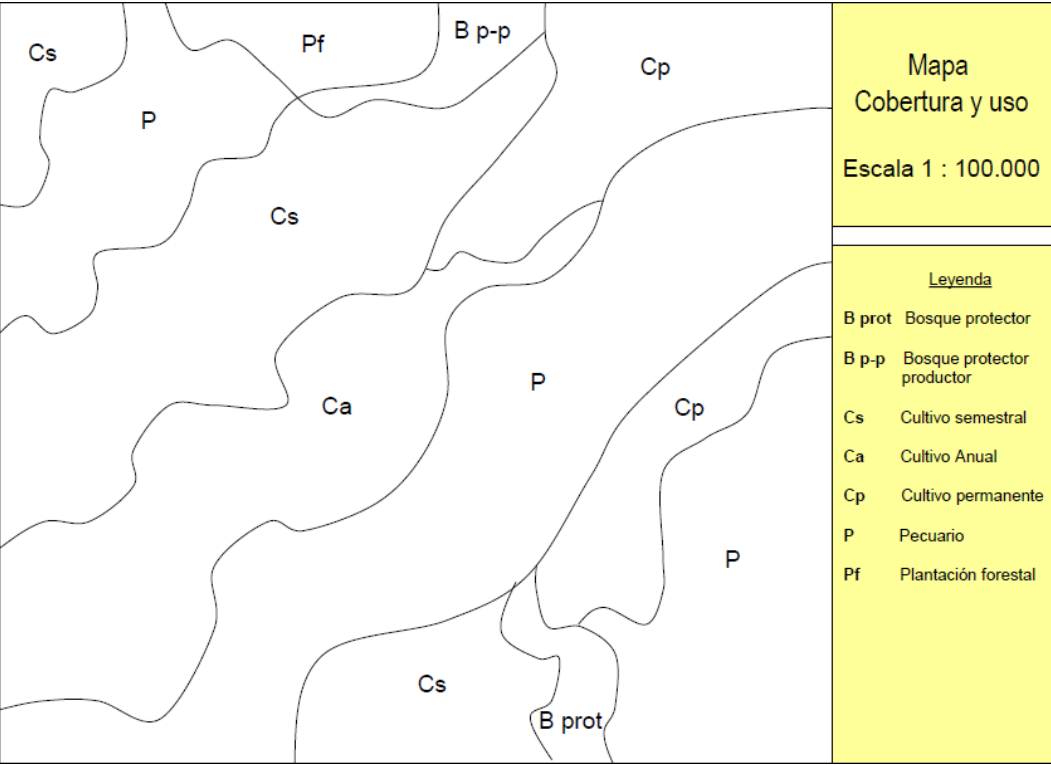
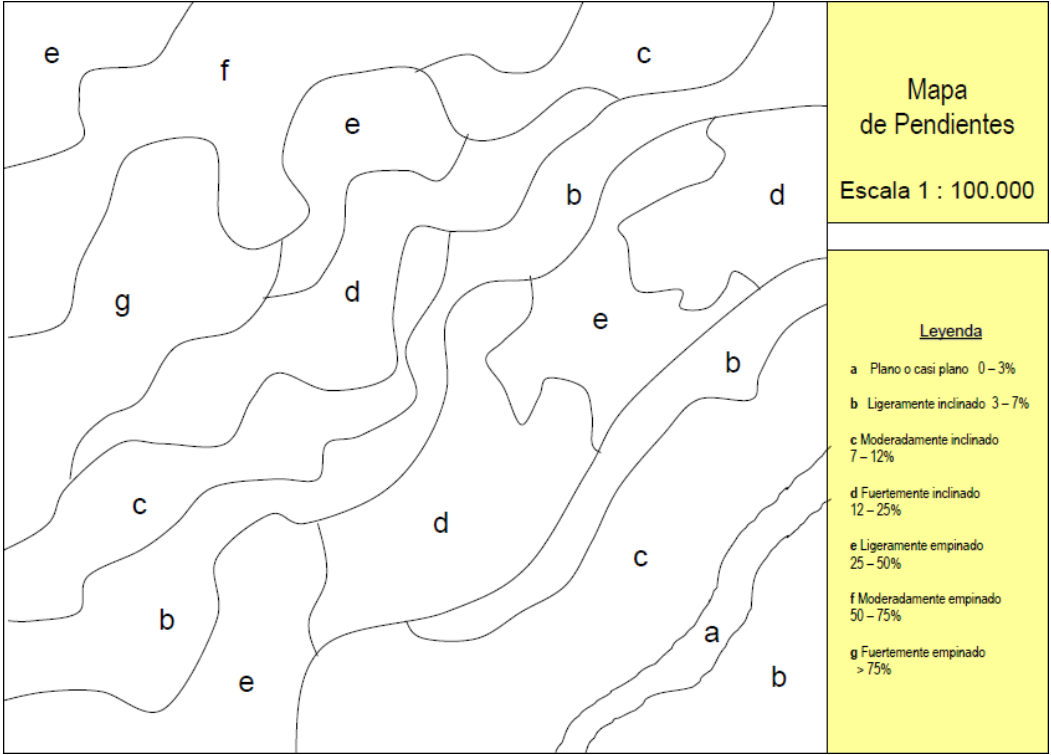
La cartografía se elaboró teniendo en cuenta el sistema de coordenadas planas vigentes para Colombia, MAGNA-SIRGAS, según el Decreto No. 2113/1992 y 208/2004; donde se adoptó el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (MAGNA), teniendo en cuenta el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) (IGA, 2004).

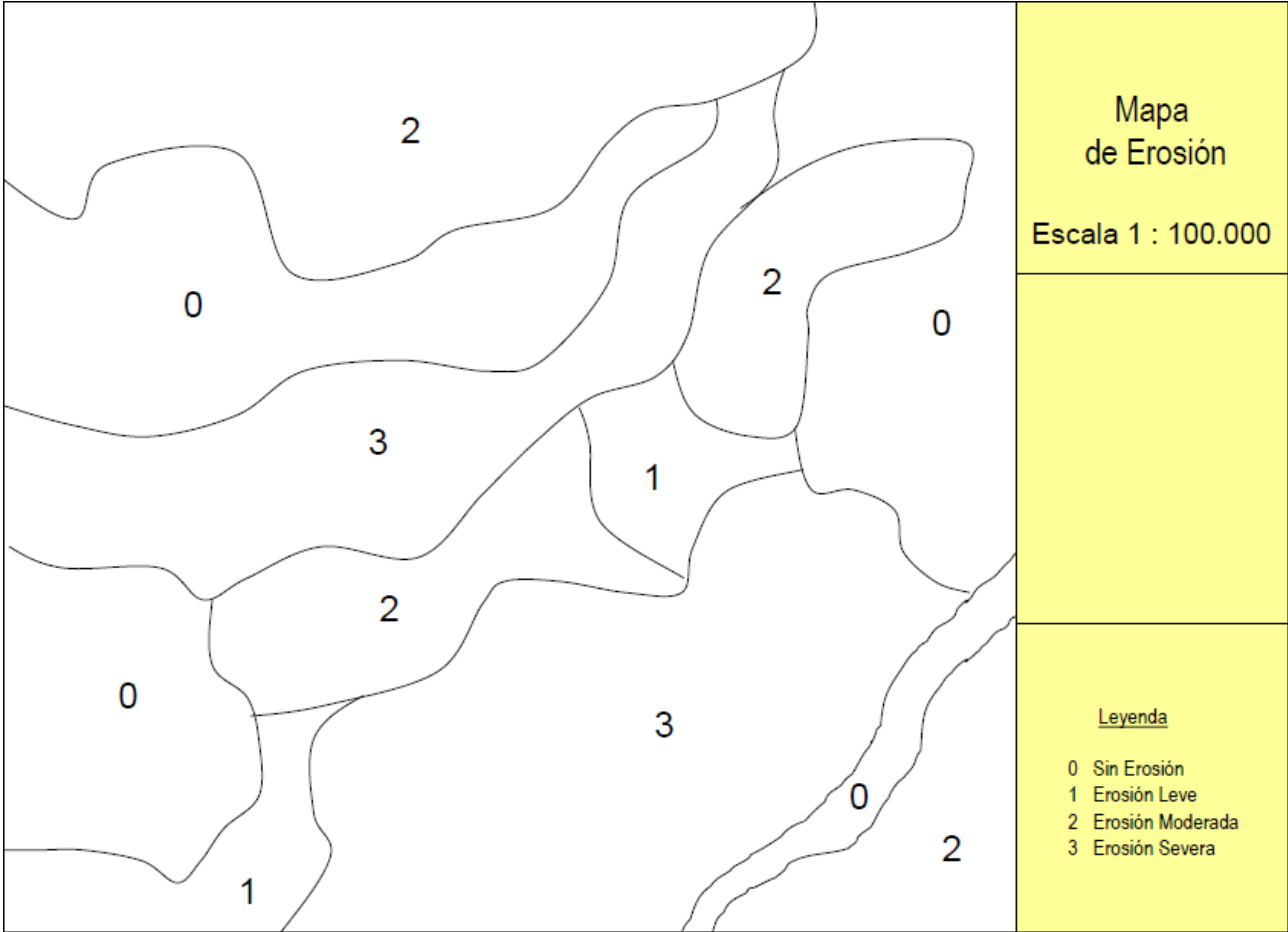
PROCEDIMIENTO

- A. Obtención de los datos correspondientes para el proceso de evaluación de tierras mediante el manejo de tablas. En este caso, son 6 archivos en formato pdf que contienen información geoespacial de la unidad climática, geomorfología, litología, cobertura y uso, pendientes y erosión. Además de una base de datos con información referente al suelo (en formato xlsx (Excel)), que se relaciona con la información geoespacial contenida en los pdf.
- A continuación, se muestran los 6 archivos en pdf que contienen la información geoespacial.









También se presenta la información del suelo que se relaciona con la informaciónn geoespacial.

Suelo	Perfi	pH	PCT_MO	PCT_CO	K	Ca	Mg	Na	Al	CICA	Bases_Tot	PCT_Sat_bases	CICE	PCT_Sat_Al	P_ppm	DA	DR	PT	Macroporos_PCT
1	11	5.10	13.90	8.18	0.18	2.70	0.20	0.03	0.50	18.00	3.11	0.17	3.61	0.14	8.00	0.63	2.42	74.08	28.32
2	12	4.60	27.20	16.00	0.28	0.30	0.20	0.05	5.70	40.00	0.83	0.02	6.53	0.87	7.00	0.34	2.26	85.12	40.42
3	3	4.80	14.10	8.29	0.12	0.30	0.10	0.04	4.10	21.00	0.56	0.03	4.66	0.88	8.00	0.44	2.69	83.57	45.21
4	32	5.30	14.10	8.29	0.24	4.00	1.00	0.08	0.60	29.00	5.32	0.18	5.92	0.10	8.00	0.50	2.24	77.77	0.48
5	PC7	5.2	9.96	5.78	0.20	1.30	0.40	0.10	1.40	29.80	2.00	0.07	3.40	0.41	2.00	1.48	2.56	42.13	2.07
6	PC1	5.50	6.33	3.67	0.30	2.90	1.20	0.10	0.80	22.40	4.50	0.20	5.30	0.15	3.00	0.59	2.29	74.29	39.81
7	2	4.80	26.60	15.65	0.44	0.30	0.30	0.11	4.10	29.00	1.15	0.04	5.25	0.78	14.00	0.49	2.29	78.56	24.90
8	10	5.50	18.00	10.59	0.33	1.60	0.60	0.02	0.80	24.00	2.55	0.11	3.35	0.24	1.00	0.54	2.23	75.66	26.75
9	16	5.50	8.70	5.12	0.16	0.10	0.10	0.02	0.80	16.00	0.38	0.02	1.18	0.68	3.00	0.60	2.53	76.24	40.70
10	15	5.60	13.10	7.71	0.09	0.20	0.40	0.04	1.10	24.00	0.73	0.03	1.83	0.60	2.00	0.70	2.37	70.58	26.00
11	16	5.50	8.70	5.12	0.16	0.10	0.10	0.02	0.80	16.00	0.38	0.02	1.18	0.68	3.00	0.60	2.53	76.24	40.70
12	20	5.90	4.50	2.65	0.12	0.80	0.30	0.03	0.50	17.00	1.25	0.07	1.75	0.29	2.00	0.64	2.49	74.44	18.35
13	31	5.50	4.80	2.82	2.10	0.50	0.20	0.01	1.00	14.00	2.81	0.20	3.81	0.26	13.00	0.98	2.60	62.42	26.51
14	8	5.60	4.80	2.82	0.10	6.60	2.70	0.02	0.10	17.00	9.42	0.55	9.52	0.01	2.00	1.13	2.57	56.19	4.88
15	34	5.60	1.30	0.76	0.07	3.10	1.60	0.03	0.00	6.00	4.80	0.80	4.80	0.00	23.00	1.21	2.58	52.93	16.72

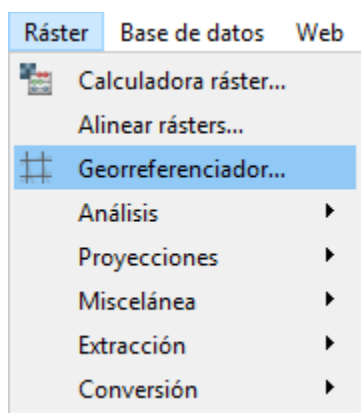
Macroporos_PCT	Mesoporos_PCT	Microporos_PCT	AEA > 4 PC	Promedio	AEA_2PCT	Promedio	AEA_1PCT	Promedio	EA_0,125PC	Promedio	DPM	Estabilidad	arena_PCT	limo_PCT	arcilla_PCT	Textura
28.32	5.08	40.68	39.57	4.00	30.19	3.00	4.57	1.50	3.99	0.56	2.58	Moderadamente_estable	60.39	25.63	13.98	Franco_Arenosa
40.42	4.17	40.53	76.97	4.00	11.13	3.00	1.38	1.50	1.28	0.56	3.44	Estable	66.38	21.69	11.93	Franco_Arenosa
45.21	5.57	32.79	65.39	4.00	26.48	3.00	0.73	1.50	0.68	0.56	3.42	Estable	57.07	28.71	14.22	Franco_Arenosa
0.48	5.09	72.19	57.94	4.00	22.50	3.00	0.60	1.50	0.54	0.56	3.00	Moderadamente_estable	72.04	15.58	12.38	Franco_Arenosa
2.07	4.69	35.36	40.75	4.00	35.14	3.00	4.53	1.50	2.04	0.56	2.76	Moderadamente_estable	84.00	12.00	4.00	Areno_Franco
39.81	2.15	32.33	44.61	4.00	34.86	3.00	3.43	1.50	1.88	0.56	2.89	Moderadamente_estable	80.00	16.00	4.00	Areno_Franco
24.90	7.80	45.66	64.09	4.00	23.59	3.00	1.64	1.50	1.53	0.56	3.30	Estable	64.69	20.98	14.33	Franco_Arenosa
26.75	2.13	46.78	48.31	4.00	38.54	3.00	1.99	1.50	1.04	0.56	3.12	Estable	69.08	5.24	25.68	Franco_Arcilloso_Arenosa
40.70	4.53	31.01	37.51	4.00	43.74	3.00	3.28	1.50	2.05	0.56	2.87	Moderadamente_estable	57.41	27.83	14.76	Franco_Arenosa
26.00	4.03	40.56	40.75	4.00	35.14	3.00	4.53	1.50	2.04	0.56	2.76	Moderadamente_estable	61.51	23.19	15.30	Franco_Arenosa
40.70	4.53	31.01	37.51	4.00	43.74	3.00	3.28	1.50	2.05	0.56	2.87	Moderadamente_estable	57.41	27.83	14.76	Franco_Arenosa
18.35	9.31	46.78	26.87	4.00	43.61	3.00	7.43	1.50	4.38	0.56	2.52	Moderadamente_estable	46.59	35.86	17.55	Franco
26.51	6.10	29.81	45.66	4.00	28.39	3.00	5.58	1.50	4.84	0.56	2.79	Moderadamente_estable	61.45	22.43	16.12	Franco_Arenosa
4.88	4.38	46.92	29.74	4.00	23.71	3.00	13.95	1.50	12.29	0.56	2.18	Moderadamente_estable	29.03	40.16	30.82	Franco_Arcilloso
16.72	5.53	30.68	7.14	4.00	10.63	3.00	6.61	1.50	17.17	0.56	0.80	Ligeramente_Estable	50.78	28.76	20.46	Franco

De esta información se puede evidenciar que se obtuvieron 15 perfiles del suelo, los cuales los proporciona un profesional que estudio la pedología. Los datos que suministra el profesional son los que se encuentran con encabezado en amarillo. Lo

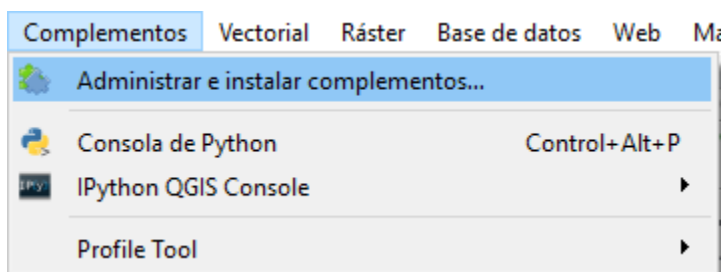
datos con encabezado en azul se deben de calcular. Estos son: bases totales, saturación de bases, CICE, saturación de aluminio, DPM, estabilidad del suelo y textura. Se deben de definir y poner las formulas.

1. Posterior a la obtención de los datos, se inicia con el trabajo en SIG. En este caso se trabajará con el software QGIS. Se deben de georreferenciar los archivos pdf para brindarles una localización geográfica. En este caso se utilizará el sistema de coordenadas descrito al inicio del ejercicio (MAGNA SIRGAS Colombia zona Oeste) en el cual se tomarán 4 coordenadas planas de un mapa ya elaborado del Quindío que se encuentra a una escala 1:100.000.

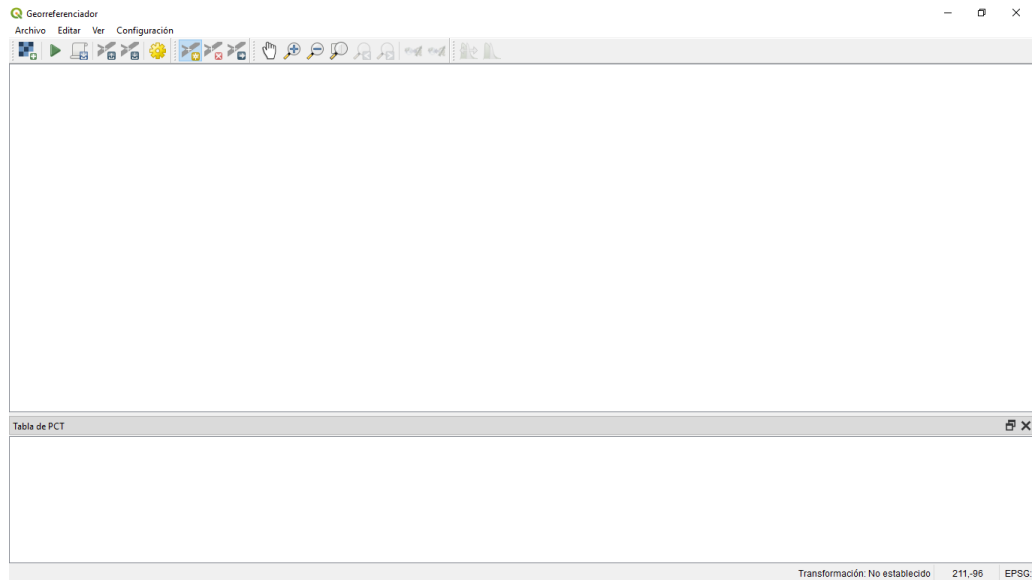
Para realizar la georreferenciación en QGIS se debe de ingresar en la barra de herramientas a **Ráster**, y luego a georreferenciador




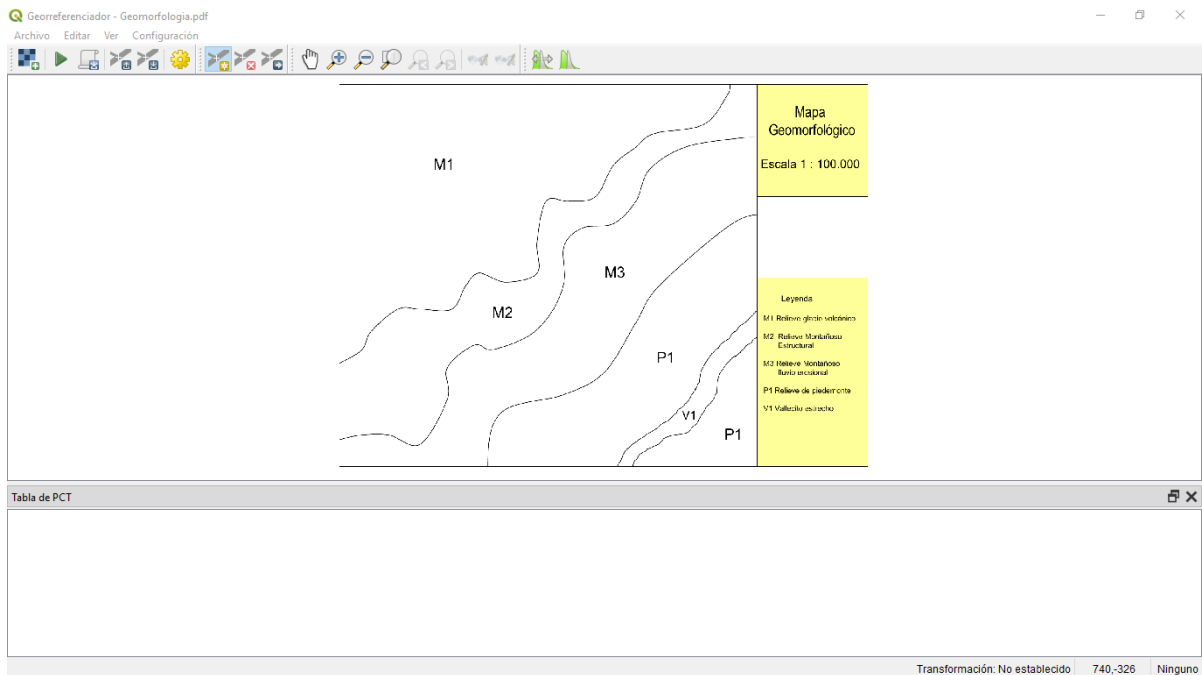
Si este no aparece el georreferenciador, se debe de instalar desde la pestaña de complementos > Administrar e instalar complementos.





Georreferenciador



Ya estando en la interface del georreferenciador se procede a cargar cada una de las imágenes para iniciar con la georreferenciación. La imagen se carga de la siguiente forma: Se le da click en abrir raster  y se busca la carpeta en la que se encuentra el archivo para abrirlo.




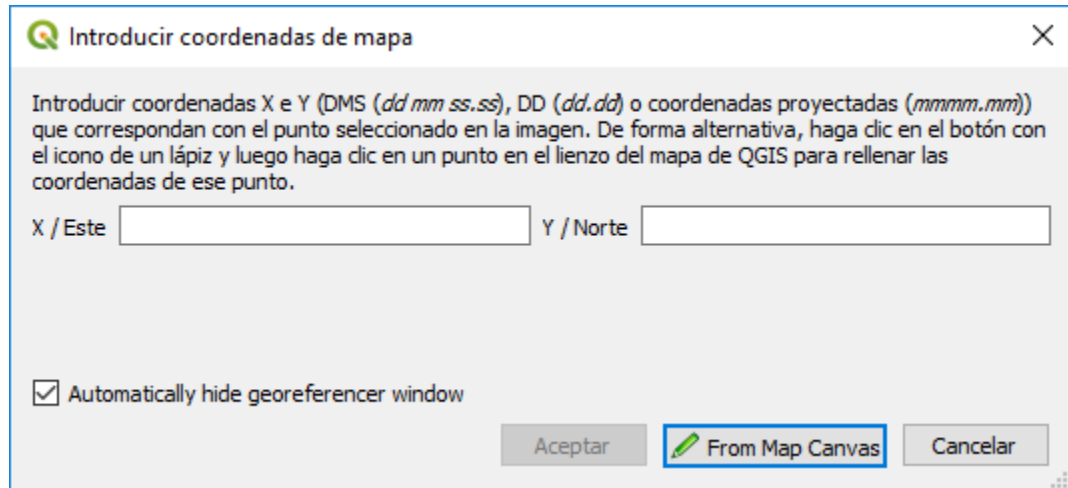
Luego se debe de establecer configuración de transformación para la georreferenciación. Se da click en el botón de configuración de la transformación ; en la ventana que se genera se debe de ingresar la siguiente información.

El tipo de transformación se define en polinomial 1, debido a que es uno de los algoritmos más utilizados para que coincidan los puntos de control sobre el terreno de origen y destino (Equipo de desarrollo QGIS, 2014); además, se busca la carpeta en la cual se va a guardar el nuevo archivo georreferenciado .

Ahora bien, las coordenadas que se usarán para la georreferenciación del archivo son las siguientes:

Coordenada 1		Coordenada 2		Coordenada 3		Coordenada 4	
X	1130389.32991523	X	1149388.38557499	X	1149389.21435872	X	1130389.32799692
Y	1039826.17690292	Y	1039826.17690335	Y	1022976.17495352	Y	1022976.17819095

Para indicar cada coordenada en la imagen se da click en . Se mostrará una especie de cruz con la cual se generará la georreferenciación. Para este caso, cada coordenada se ubicará en cada esquina debido a que la imagen no presenta rejilla de coordenadas. Posterior a que se da click en la primera esquina, aparecerá el siguiente cuadro:



Introducir coordenadas de mapa

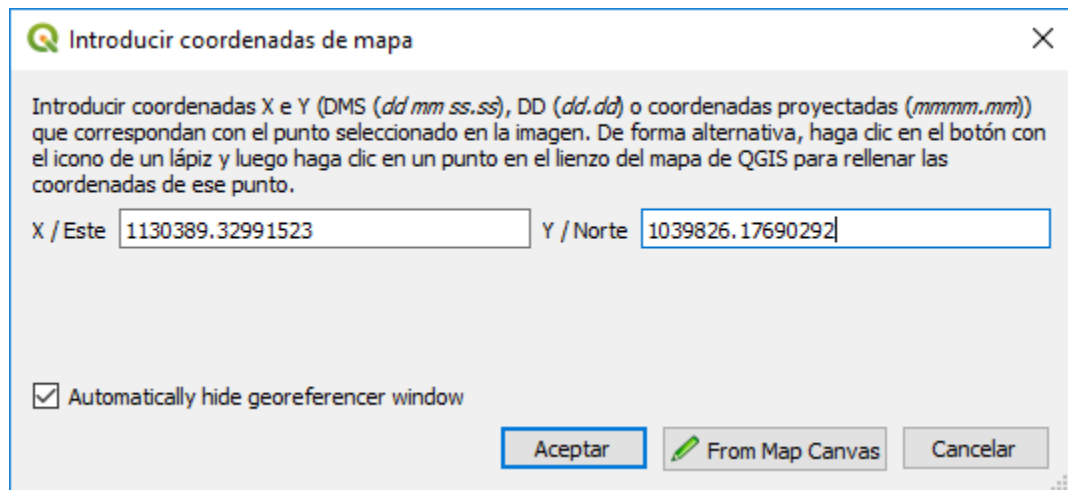
Introducir coordenadas X e Y (DMS (*dd mm ss.ss*), DD (*dd.dd*) o coordenadas proyectadas (*mmmm.mm*)) que correspondan con el punto seleccionado en la imagen. De forma alternativa, haga clic en el botón con el icono de un lápiz y luego haga clic en un punto en el lienzo del mapa de QGIS para rellenar las coordenadas de ese punto.

X / Este Y / Norte

☒ Automatically hide georeferencer window

Aceptar **From Map Canvas** Cancelar

Se llenarán los campos con la información de las coordenadas que se encuentra en el cuadro anterior. Se parte por la esquina de la parte superior derecha y se continua en la dirección de las manecillas del reloj.



Introducir coordenadas de mapa

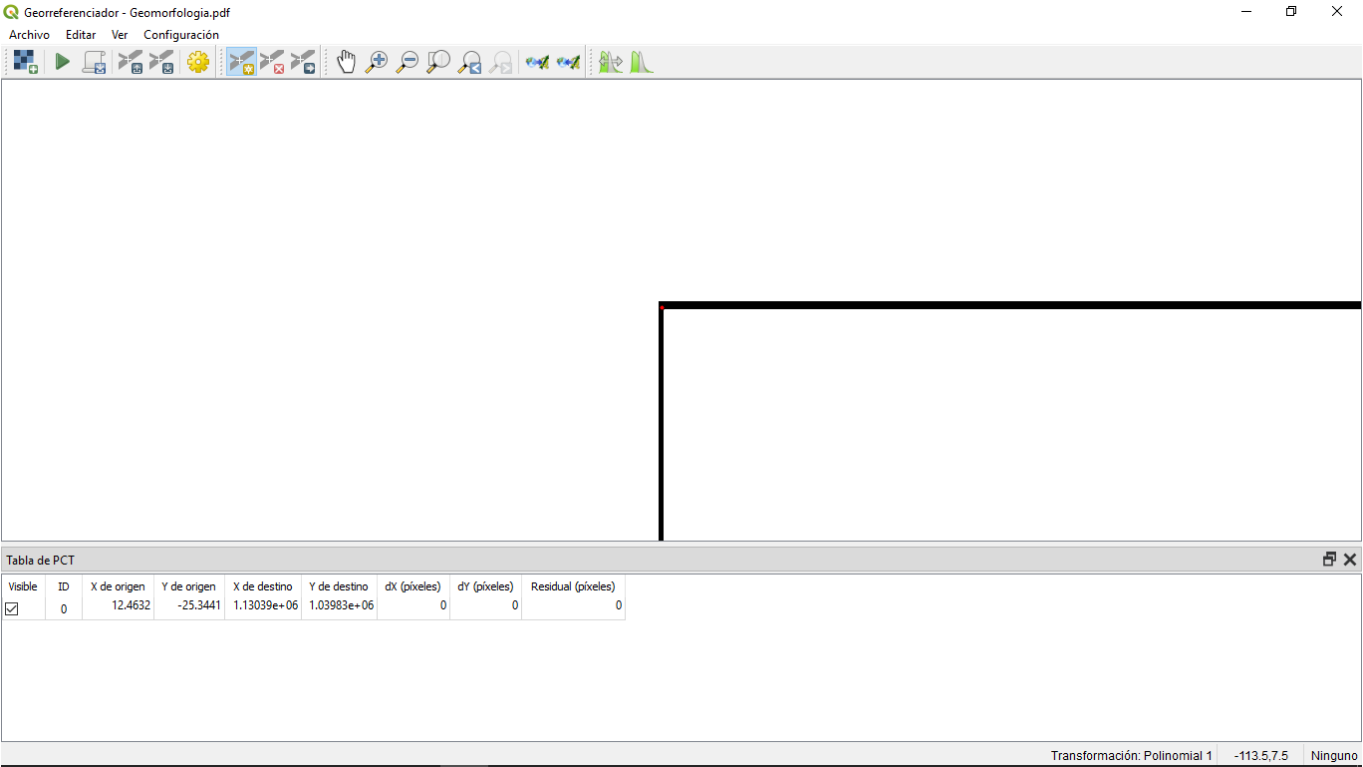
Introducir coordenadas X e Y (DMS (*dd mm ss.ss*), DD (*dd.dd*) o coordenadas proyectadas (*mmmm.mm*)) que correspondan con el punto seleccionado en la imagen. De forma alternativa, haga clic en el botón con el icono de un lápiz y luego haga clic en un punto en el lienzo del mapa de QGIS para rellenar las coordenadas de ese punto.

X / Este Y / Norte

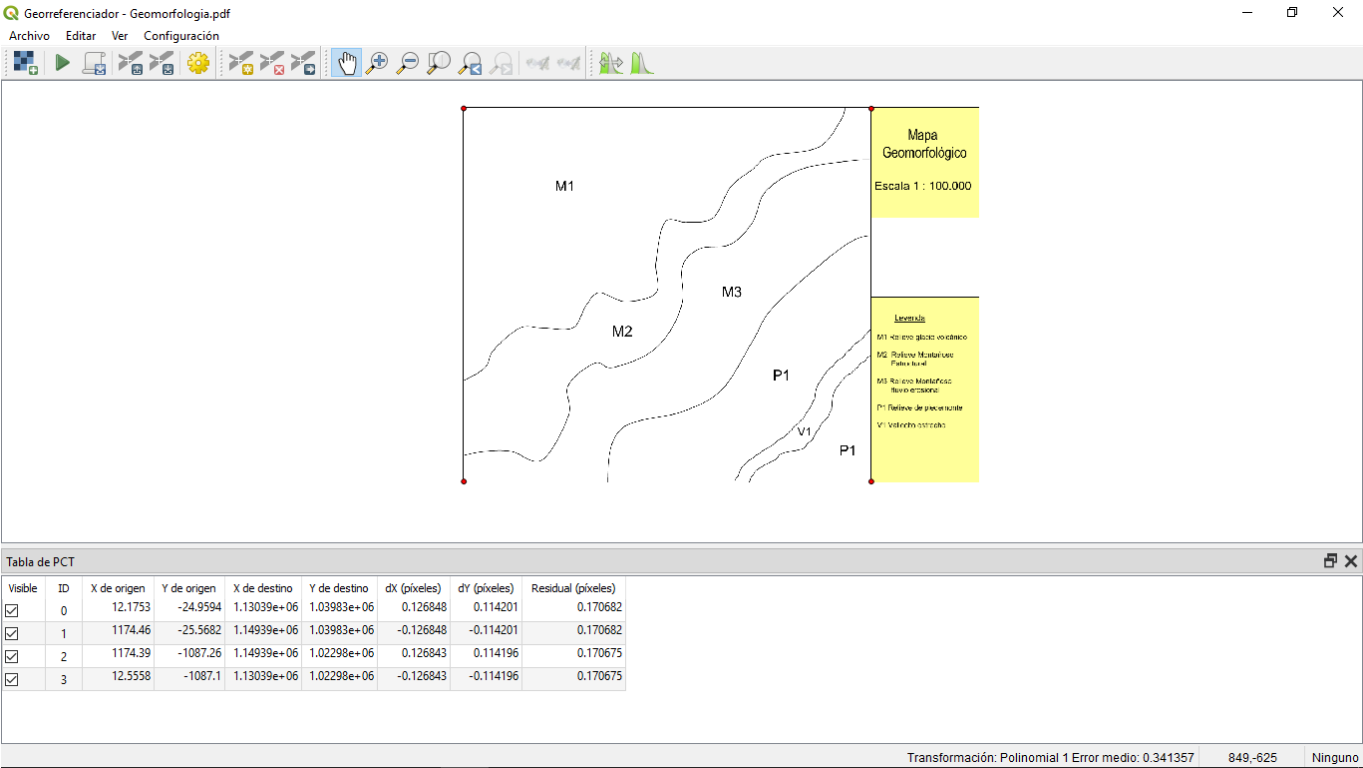
☒ Automatically hide georeferencer window


Aceptar **From Map Canvas** Cancelar

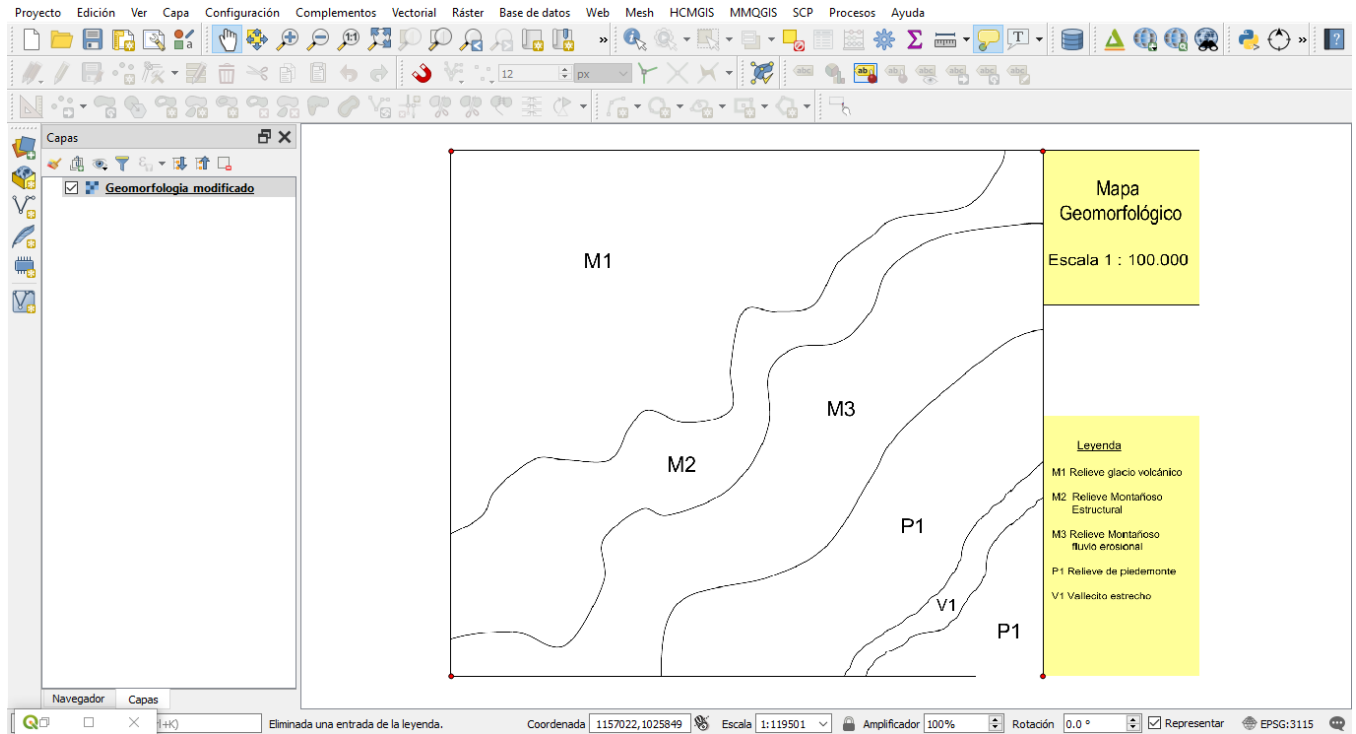
Se obtiene como resultado un punto rojo en el lugar que se marcó la primera coordenada y un recuadro en la parte inferior que muestra información referente a la coordenada marcada.



Se georreferencia solo la parte interna de la imagen, es decir, sin la leyenda.



Ahora, se debe de iniciar la georreferenciación dando click en el siguiente botón . Posterior a la georreferenciación, el archivo se cargará en la interface principal de QGIS.



Después de que se tiene la imagen cargada en la interface de QGIS, se procede a realizar la digitalización del contenido de dicha imagen.

Para realizar la digitalización de la geomorfología, lo primero que se debe hacer es **crear la capa Geopackage** donde se almacenarán los datos.

Capa Geopackage de Geomorfología

Nueva capa GeoPackage

Base de datos: E:\Guía\3.5_Evaluación_de_Tierras\Geomorfologia.gpkg

Nombre de la tabla: Geomorfologia

Tipo de geometría: Polígono

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

SRC del proyecto: EPSG:3115 - MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone

Nuevo campo

Nombre:

Tipo: abc Datos de texto

Longitud máxima: 80

Añadir a la lista de campos

Lista de campos

Nombre	Tipo	Longitud
GRAN_PAISAJE	text	80

Eliminar campo

Opciones avanzadas

Identificador de capa: Geomorfologia

Descripción de la capa:

Columna ID del objeto: fid

Columna de geometría: geometry

☒ Crear un índice espacial

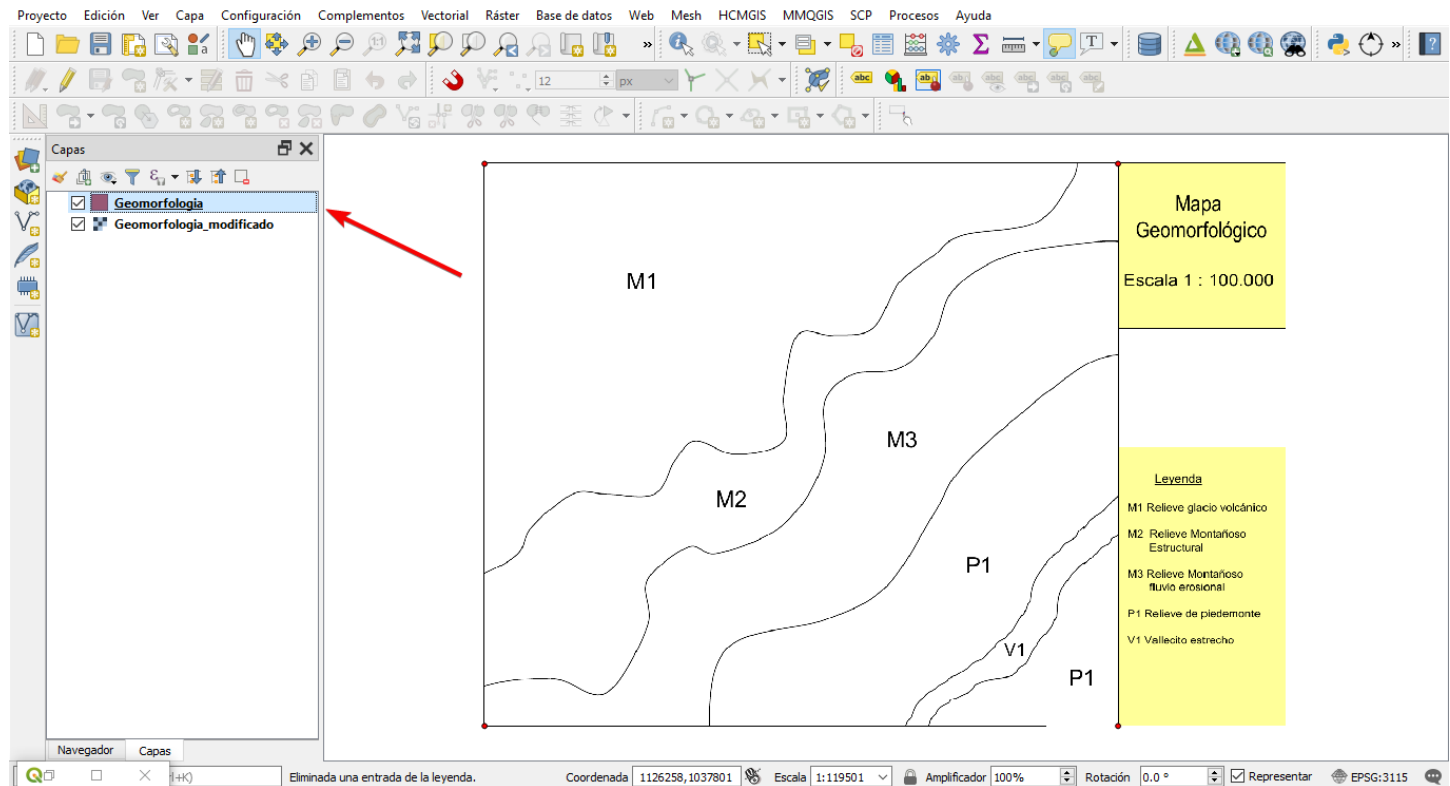
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota 1: La capa debe tener el siguiente campo: GRAN_PAISAJE. Este campo debe ser de tipo texto y longitud puede ser de 80 para no tener inconvenientes a la hora de escribir.

Nota 2: Es importante que la ruta donde se guarde el Proyecto sea la más corta posible, debido a que rutas muy largas generan demoras a la hora de procesar los archivos el programa. Ejemplo de una ruta corta: (D:\Ejercicio1); esta ruta nos indica que el Proyecto se almacenó en el disco local D y que la carpeta donde se encuentra es Ejercicio1. Por otra parte, el nombre con el cual se guarde el Proyecto en QGIS o alguno de sus elementos, no debe tener caracteres como por ejemplo:

comas, tildes, guiones medios, signos de expresión, ningún otro tipo de carácter; además, el nombre no puede tener espacios entre las palabras.

Después de crear la capa Geomorfologia.gpkg, se procede con la creación del formulario para la capa.



Creación del Formulario para la capa Geomorfología

La creación de formularios en QGIS, permiten al usuario SIG recopilar la información de manera rápida y ordenada. Por ende, se crea un formulario para la **capa Geomorfologia**, teniendo en cuenta la leyenda que se muestra a mano derecha de la imagen de geomorfología.

La elaboración de un formulario permitirá digitalizar rápidamente cada una de las diferentes clasificaciones geomorfológicas que contiene la imagen.

A continuación se detalla el procedimiento para crear un formulario en QGIS.

Para la creación de un formulario en QGIS, ingresar a las propiedades de la **capa Coberturas** y dar click en **Formulario**



Propiedades de la capa

Una vez ingresado al **Formulario**, dar click en el campo **GRAN_PAISAJE** y luego en **Tipo de Control**, seleccionar **Mapa de Valor**. Después de seleccionar mapa de valor, se visualizará un cuadro con los campos **Valor** y **Descripción**.

	Valor	Descripción
1		

En los campos valor y descripción, debe llenarse la información correspondiente al campo a la leyenda de la imagen de geomorfología.

Formulario de Atributos para el campo GRAN_PAISAJE

Propiedades de la capa - Geomorfología | Formulario de atributos

Autogenerar

Mostrar formulario al añadir objeto (configuración global)

Controles disponibles

- Fields
 - GRAN_PAISAJE**
- Relaciones
- Otros controles
 - Control QML

General

Alias

Comentario

☒ Editable ☐ Etiqueta encima

Tipo de control

Mapa de valor

Cuadro combinado con elementos predefinidos. El valor se guarda en el campo, la descripción se muestra en el cuadro combinado.

Cargar datos desde capa Cargar datos de archivo CSV

	Valor	Descripción
1	Relieve Glacio V...	Relieve Glacio V...
2	Relieve Montañ...	Relieve Montañ...
3	Relieve Montañ...	Relieve Montañ...
4	Relieve Piedem...	Relieve Piedem...
5	Vallecito Estrecho	Vallecito Estrecho

Añadir valor NULO Eliminar lo seleccionado

Restricciones

☐ No nulo ☐ Forzar restricción no nula

☐ Único ☐ Forzar restricción única

Expresión

Estilo

Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda



Ya teniendo los campos llenos, se le da aceptar y se inicia con la creación de polígonos.

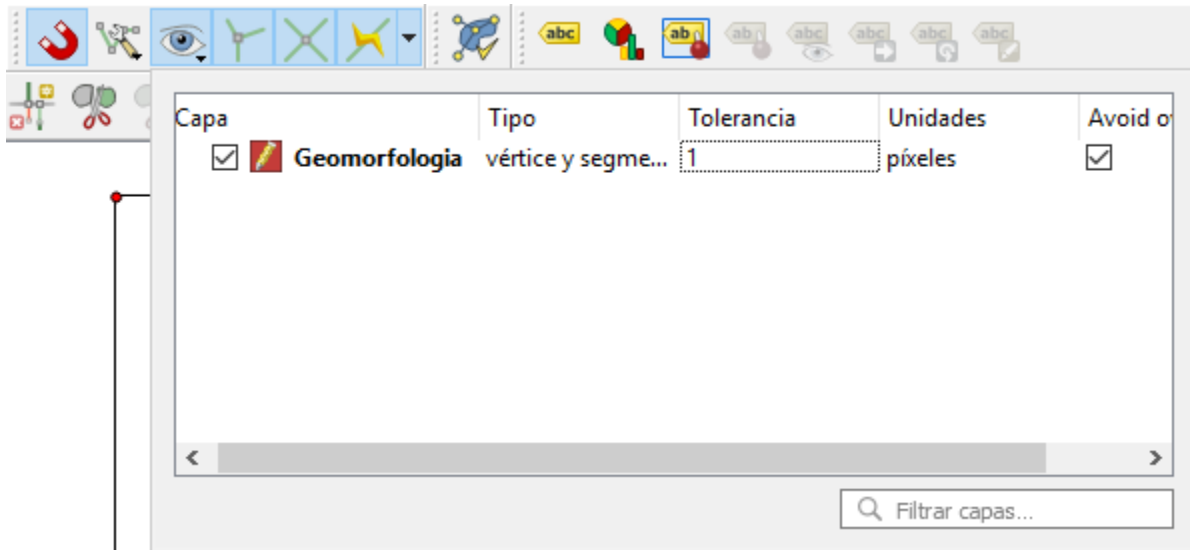
Creación de polígonos


La creación de los polígonos se realiza con base en los formularios de atributos creados en el apartado anteriormente.

Recomendaciones para la digitalización de los polígonos

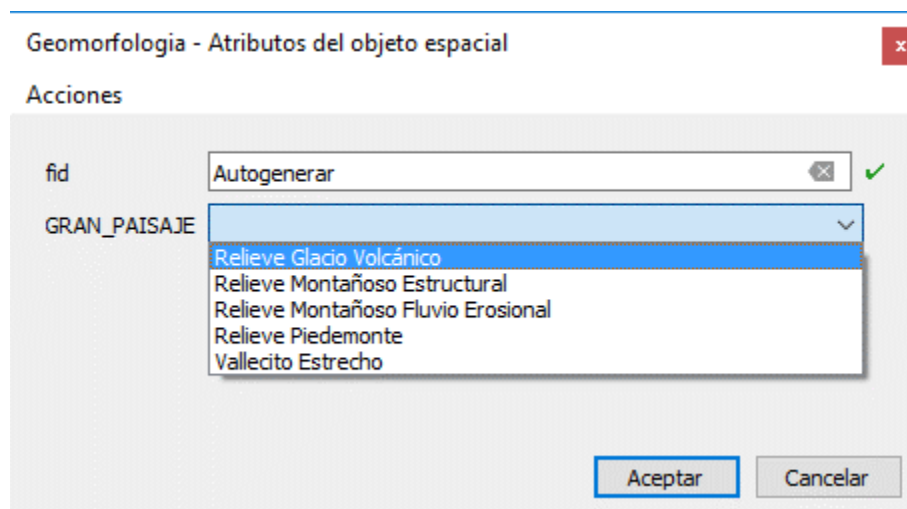
1. Configurar las opciones de autoensamblado

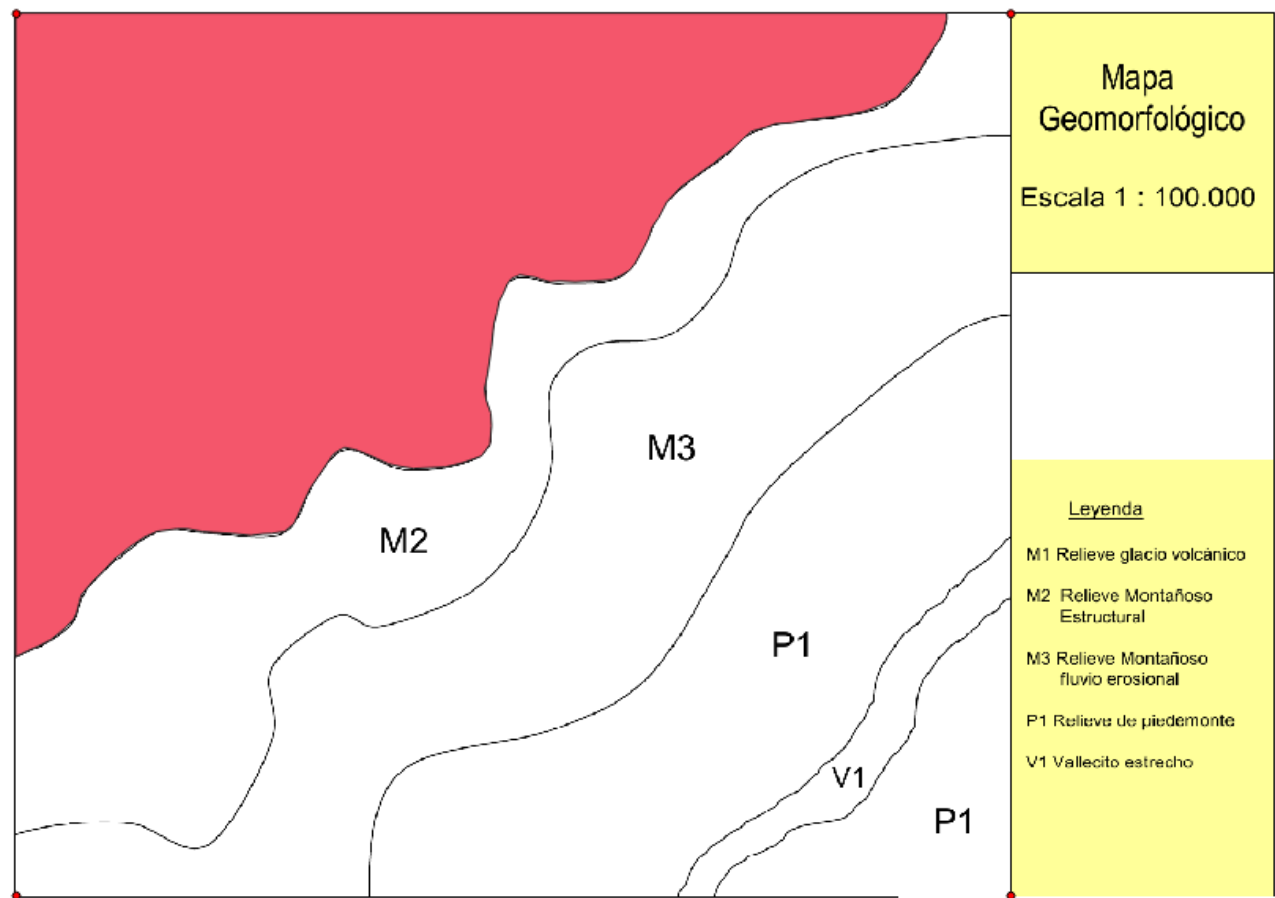
Para esto, primero se activa la edición dando click en el siguiente botón . Luego, se activa el autoensamblado; se le da click en . Se realiza la configuración de autoensamblado con estas indicaciones



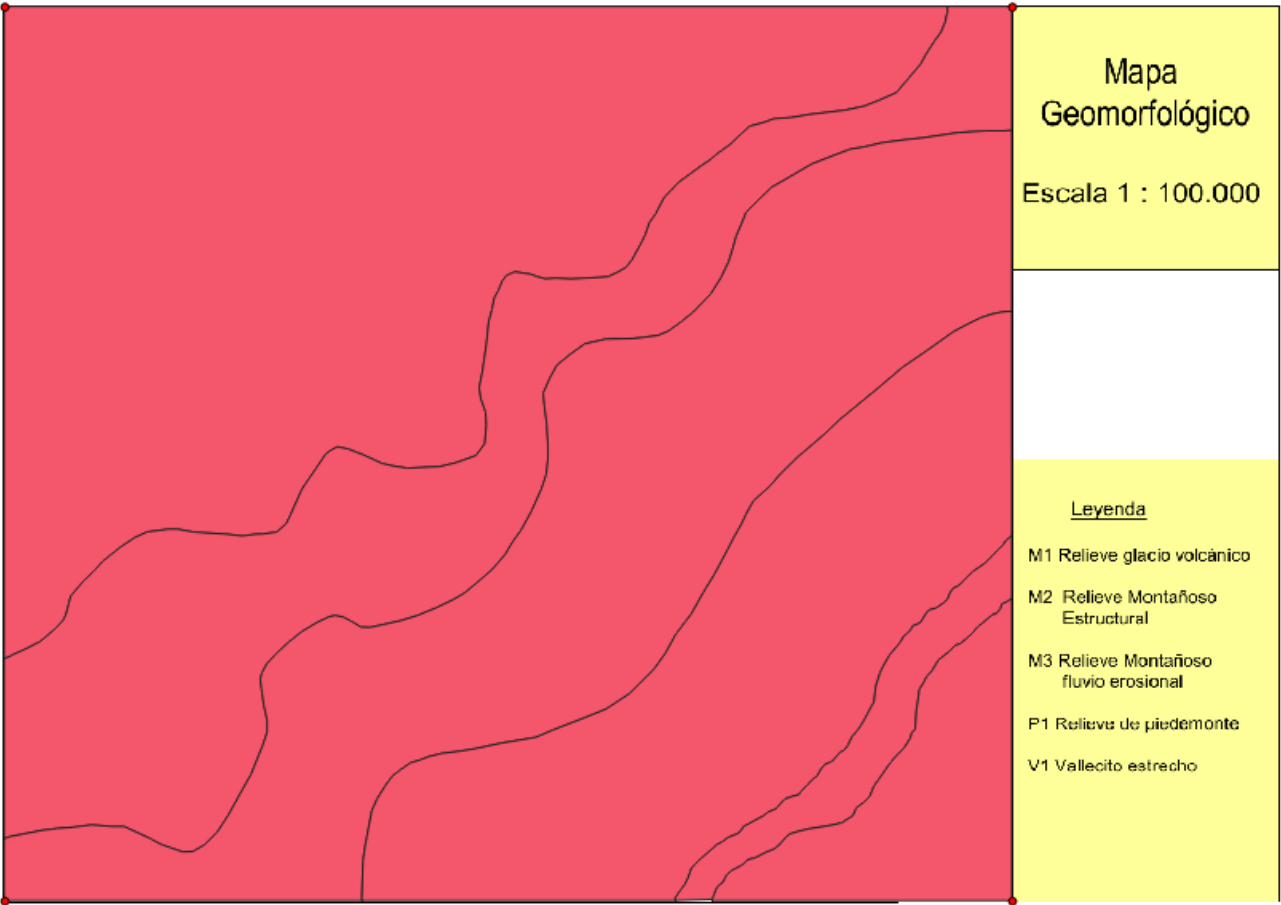
Consecuente a la configuración se inicia la creación de los polígonos. Se da click en  y se empieza la digitalización de cada uno de los polígonos.

Cuando se termine cada polígono, se da click derecho y genera un recuadro, en el cual se da opción que es el polígono, es decir, a que atributo hace referencia. Esto se hace en una lista desplegable que fue la que se creó con anterioridad con el formulario.





Lo mismo se realiza con los demás polígonos.



Geomorfología :: Objetos totales: 6, Filtrados: 6, Seleccionados: 0

	fid	GRAN_PAISAJE
1	2	Relieve montan...
2	3	Relieve montan...
3	4	Relieve de pied...
4	5	Vallecito estrecho
5	6	Relieve de pied...
6	1	Relieve glacio v...

Mostrar todos los objetos espaciales

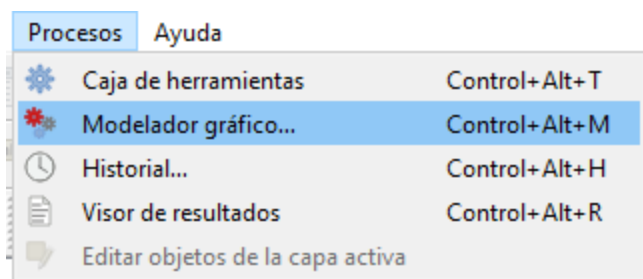
Cuando se finaliza la digitalización de la imagen de geomorfología, se debe de hacer el mismo procedimiento desde la georreferenciación a las otras 5 imágenes restantes. Estas imágenes llevarán los siguientes nombres para cuando se cree la nueva capa GeoPackage. Para Cobertura y usos, ELEM_PAISAJE, para erosión SUBPAISAJE, para litología, PAISAJE, para pendiente, SUBPAISAJE, y para UNID_CLIMAT.

Nota: Se debe de tener cuidado a la hora de digitalizar estos 5 archivos. Como recomendación, usar el primer archivo como base y digitalizar los otros respecto a este, es decir, digitalizar todas las capas teniendo una debajo y utilizar el autoensamblado con ella; para así, disminuir los errores que se puedan presentar por desfase de las diferentes capas digitalizadas.

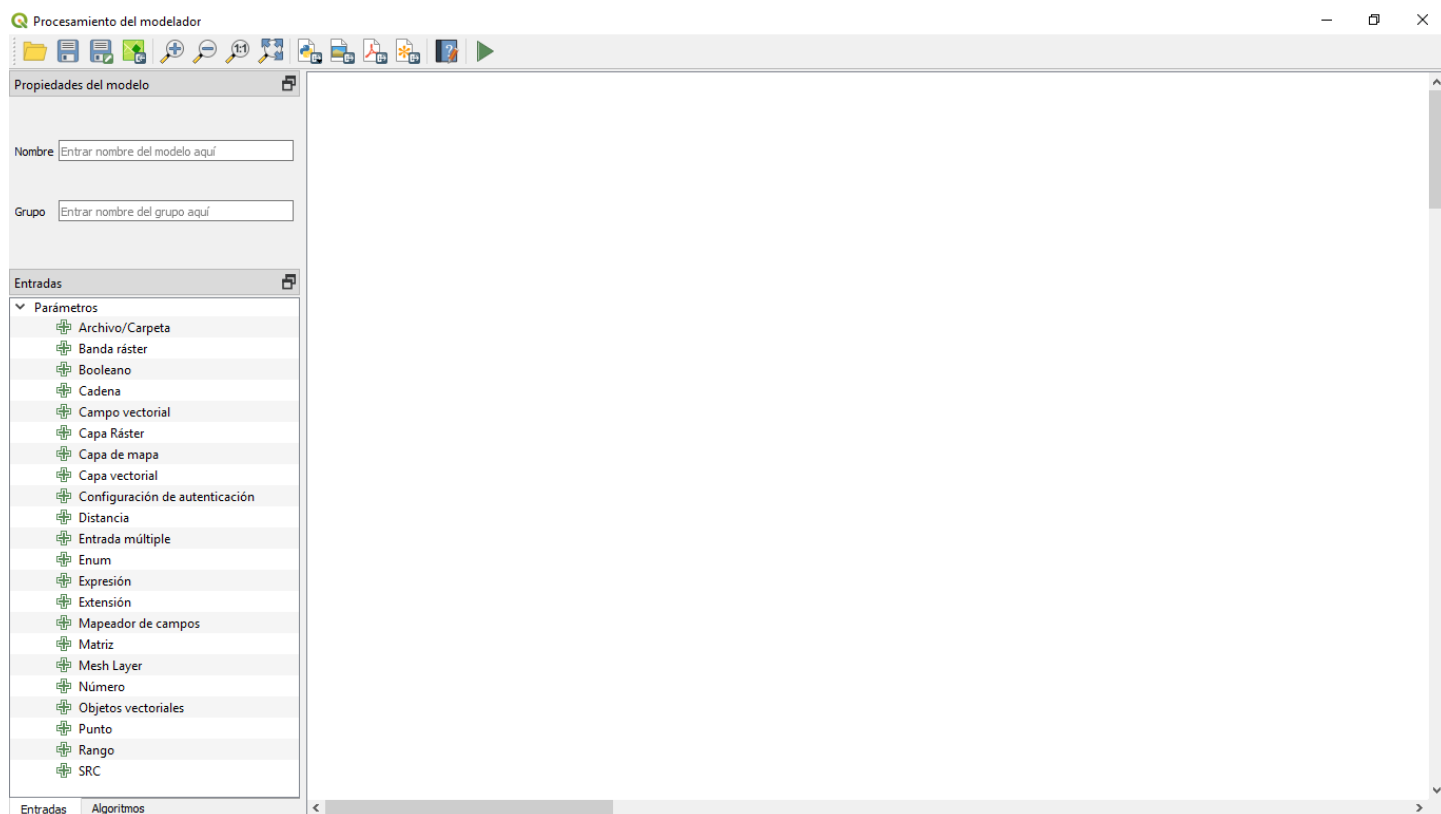
Después de tener las 6 capas digitalizadas, se deben de intersectar para generar la recopilación de la información que se requiere de todas en una sola. Para esto se hace lo siguiente:

1. Realizar un modelo para optimizar el proceso de intersección de las capas.

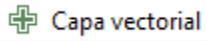
Para ingresar al modelador se debe de dar click en procesos > modelador gráfico



Interface modelador



Primero se le debe de dar un nombre al modelador, para este caso es mapa_fisiografico. Posteriormente, se seleccionan los parámetros de capa vectorial, que en este caso hacen referencia a las 6 capas que se digitalizaron. Se debe de da click en



y genera un recuadro que se debe de llenar de la siguiente forma:

Capa vectorial Parameter Definition

Nombre del parámetro
Unidad Climatica

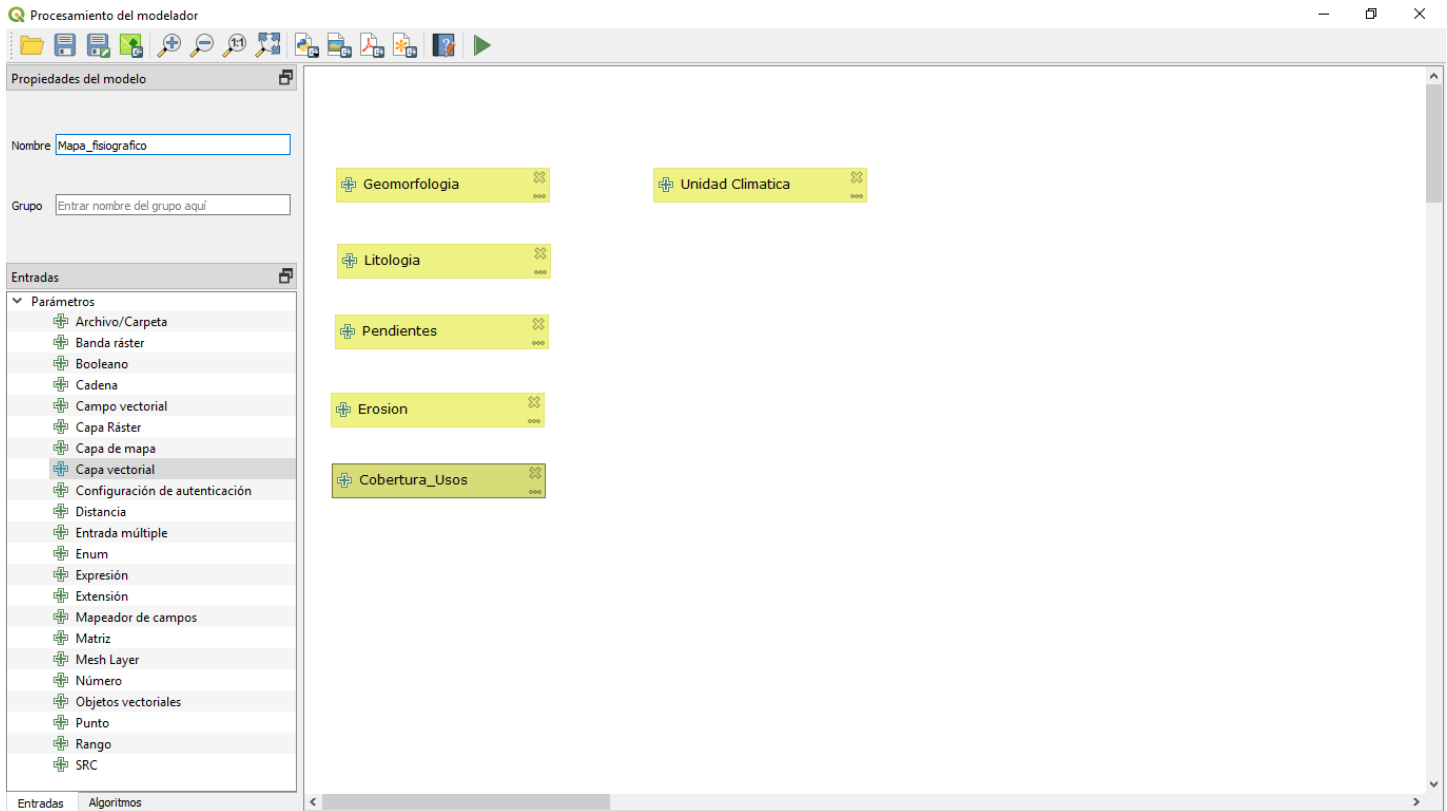
Tipo de geometría
Polígono

☒ Obligatorio

Aceptar Cancelar

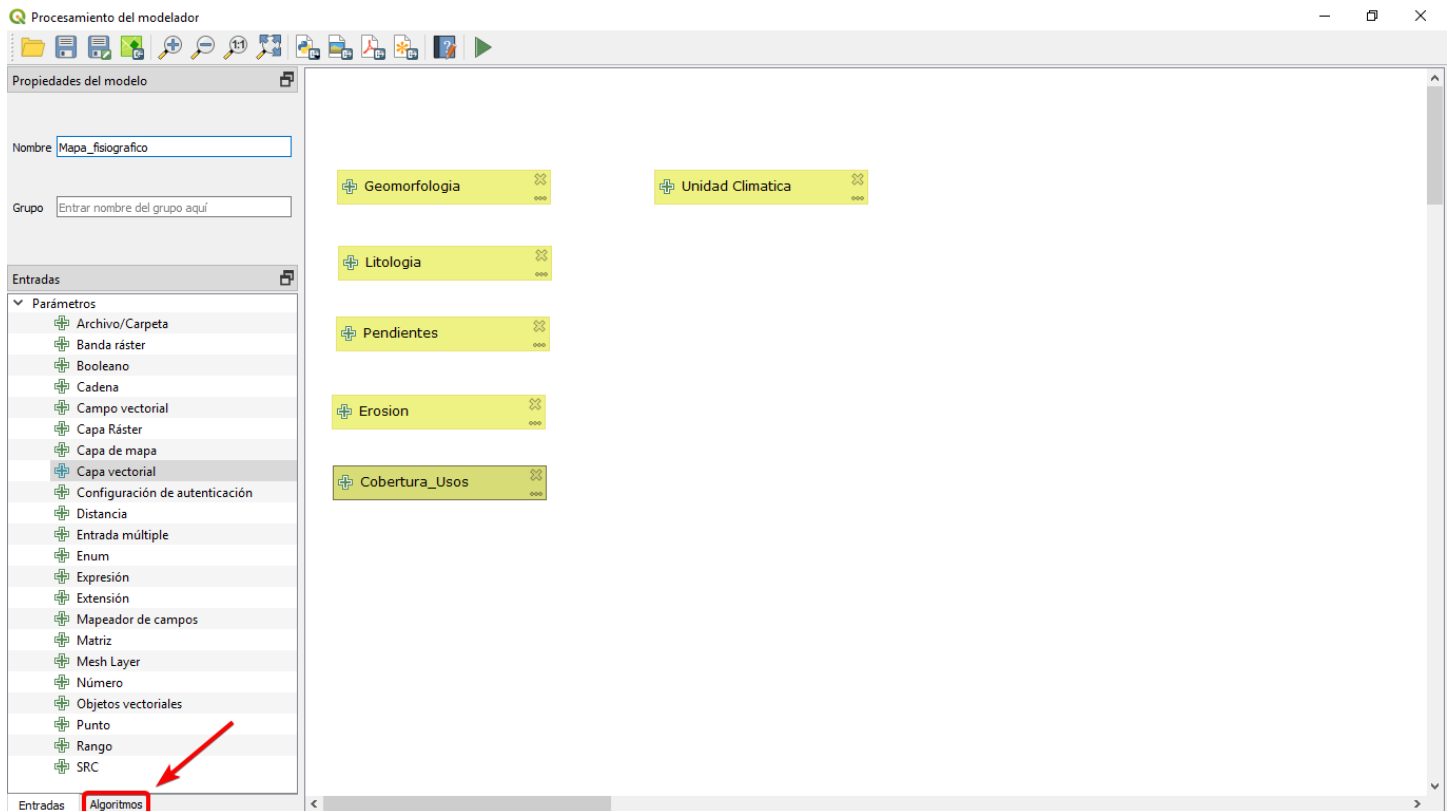
En el nombre del parámetro se debe de poner un nombre alusivo al de las 6 capas, ya que se repite lo mismo las 6 veces. El tipo de geometría es polígono de acuerdo a la naturaleza de la capa (polígono).

El resultado es:

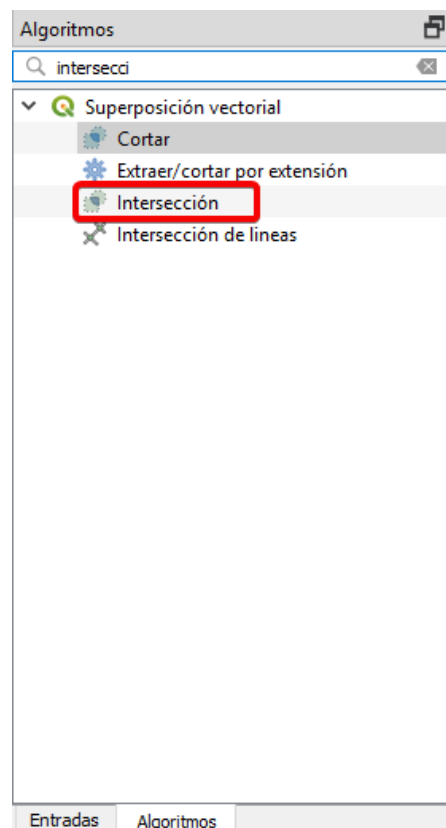


Luego de añadir los parámetros de capa vectorial, se realizan las intersecciones entre las diferentes capas. Para esto se inicia con las de geomorfología, unidad climática y después las otras.

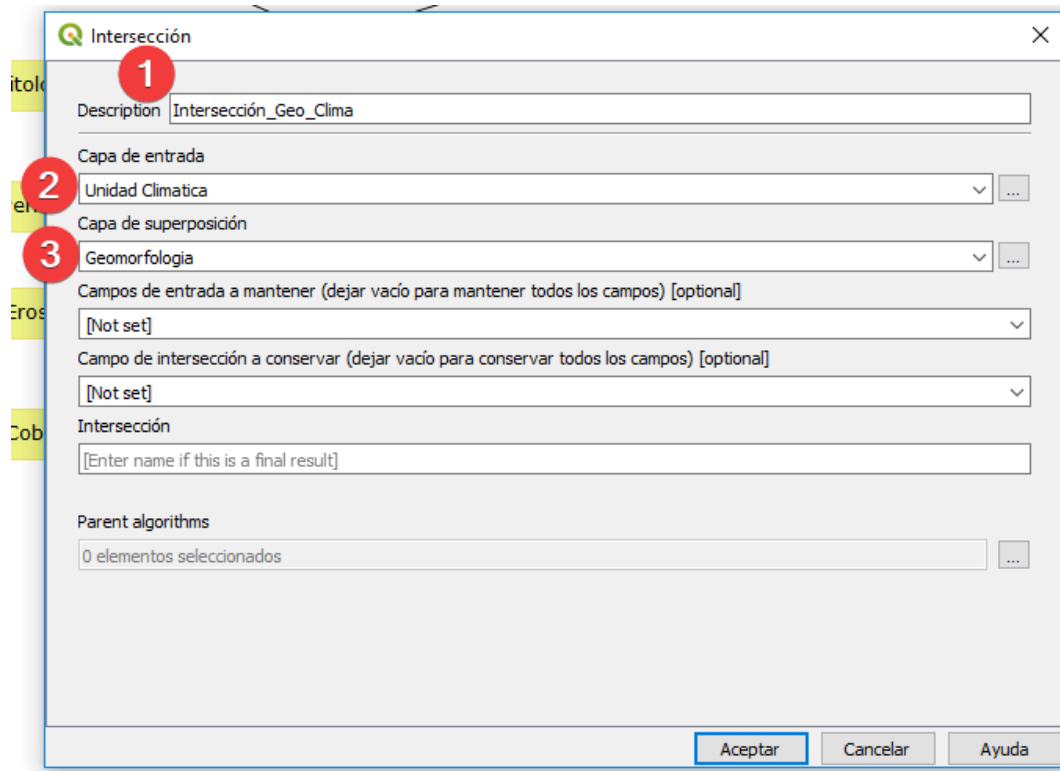
Las intersecciones se añaden desde **Algoritmos**, que se encuentra ubicado en la parte inferior izquierda.



Cuando se esté en la ventana de algoritmos, se busca con el nombre de intersección

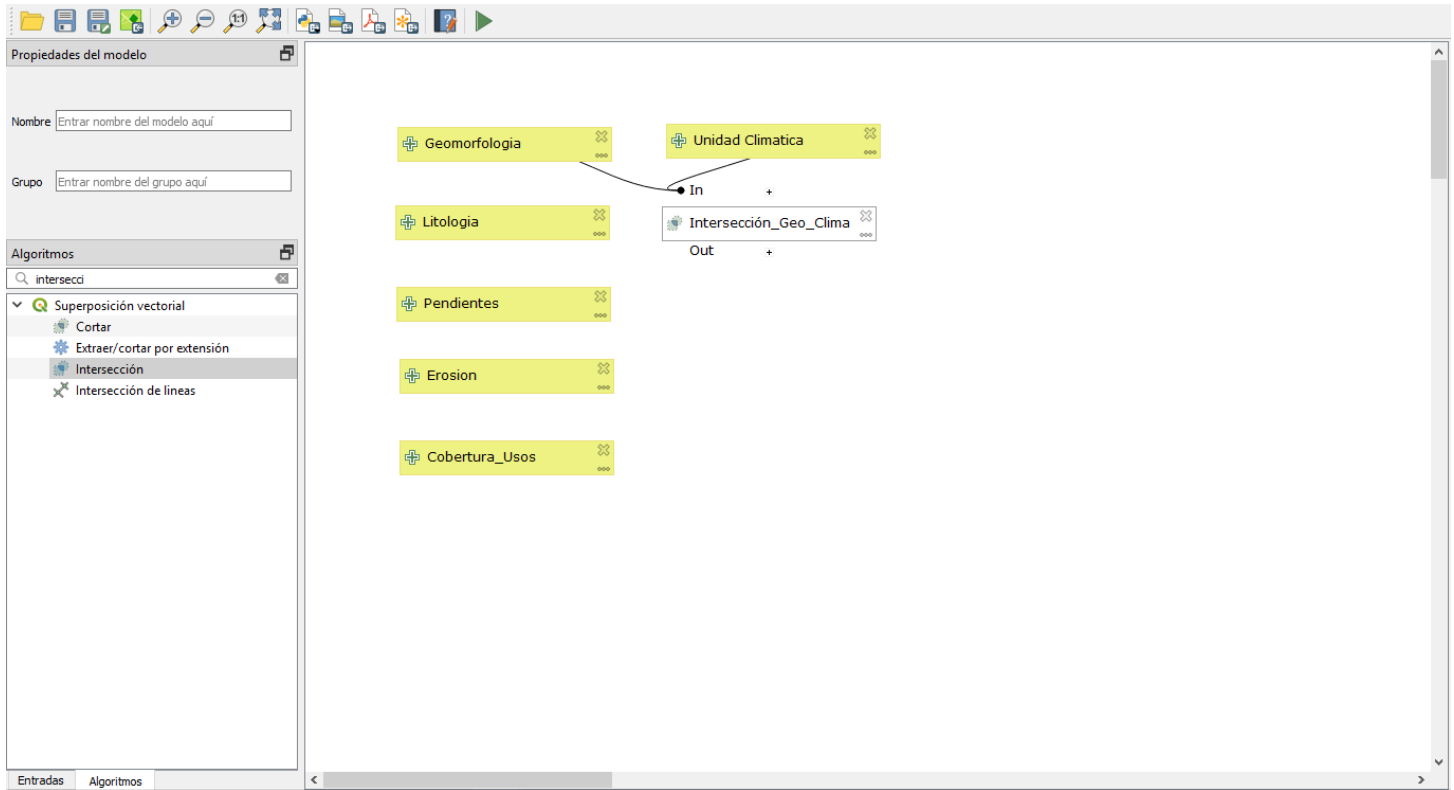


La ventana que se genera luego de dar click en intersección se llena de la siguiente manera: Se intersectaran la unidad climática y geomorfología.

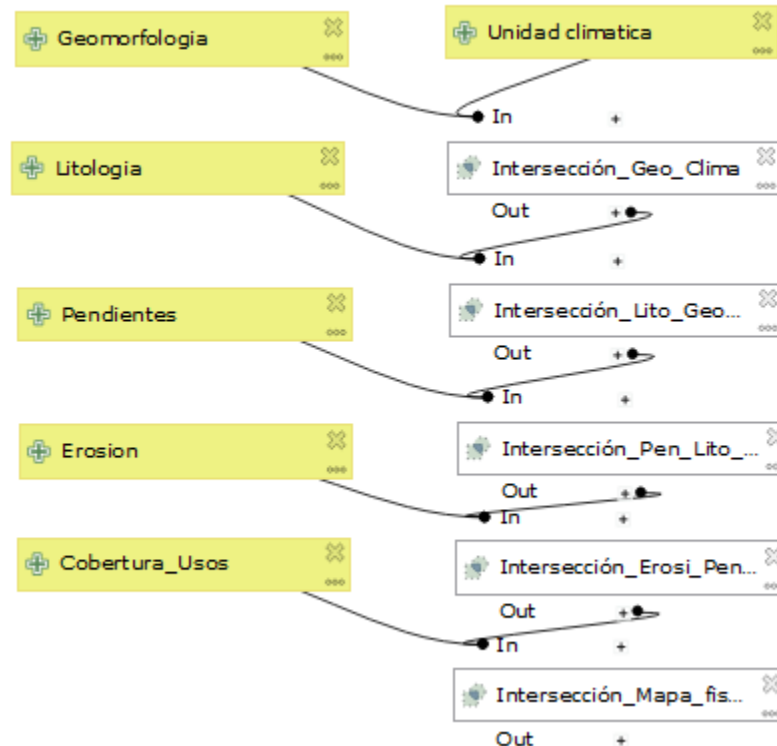


1. Se le ingresa un nombre a la intersección para que no se confunda con las demás que se realizarán.
2. Se indica la capa que es de entrada
3. Se indica la capa que se intersectará.

Resultado:

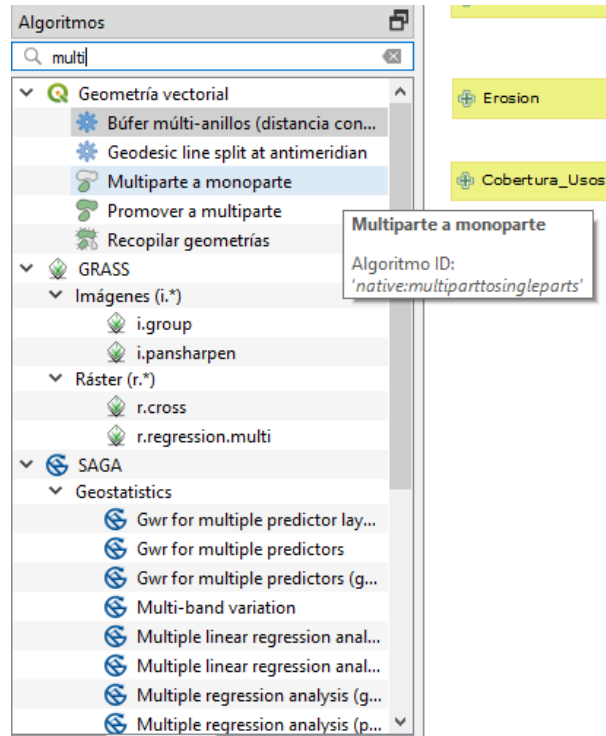


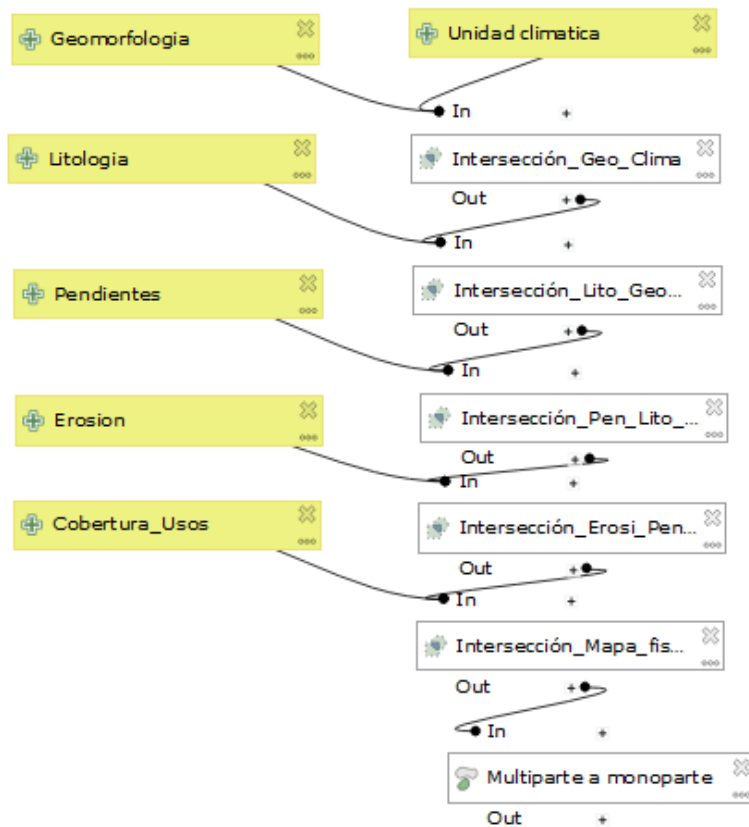
Lo mismo se realiza para los demás parámetros de capa vectorial, pero ahora se intersecciona cada parámetro con la intersección que se realizó anteriormente. Así:



Luego de haber terminado las intersecciones, se debe de agregar un multiparte a mono parte. Esto se hace con el fin de que separar las capas que hayan quedado leídas por el programa como un solo polígono, pero que están geográficamente separadas.


Este se busca de la misma forma que se buscó el algoritmo de intersección. Se le realiza el proceso a la última intersección que se generó, para este caso es la de mapa_fisiográfico.





Posterior a esto se hace el cálculo de áreas, se hará tanto en m² como en hectáreas. Se buscan de la misma manera que el anterior, pero con el nombre de calculadora de campos. Se realiza lo siguiente:

1. Se le da el nombre en la descripción y se añade la capa a la cual se le realizará el cálculo del área (para este caso a la de multiparte a monoparte).
2. Se le da el nombre que quedará como resultado en la tabla de atributos.
3. Se le asigna el tipo de campo que será, para este caso es de coma flotante, ya que es un decimal.
4. Se indica la longitud del campo. Esto quiere decir la extensión máxima de números que puede mostrar en cada fila.
5. Se le da la precisión del campo, es decir, la cantidad de decimales que mostrará en la tabla de atributos.
6. Se indica que si para que cree el campo en la tabla de atributos.
7. Es la fórmula para que calcule el área en la tabla de atributos. En este caso porque es en m² se pone solo \$area, para la otra que se generará es exactamente igual, pero se adiciona en el \$area el dividido por 10000.
8. Este campo solo se pone para el de hectáreas, debido a que solo se necesita un resultado que contenga todo.

 Calculadora de campos

Description

Hectareas

Capa de entrada

'Calculado' from algorithm 'Area'

...

Nombre de campo de resultado

123 HECTAREAS

Tipo de campo

Coma flotante

▼

Longitud del campo

123 10

▲▼

Precisión del campo

123 5

✕▲▼

Crear campo nuevo

123 Sí

▼

Fórmula

123 \$area/10000

✕

ε

Calculado

Mapa_fisiografico

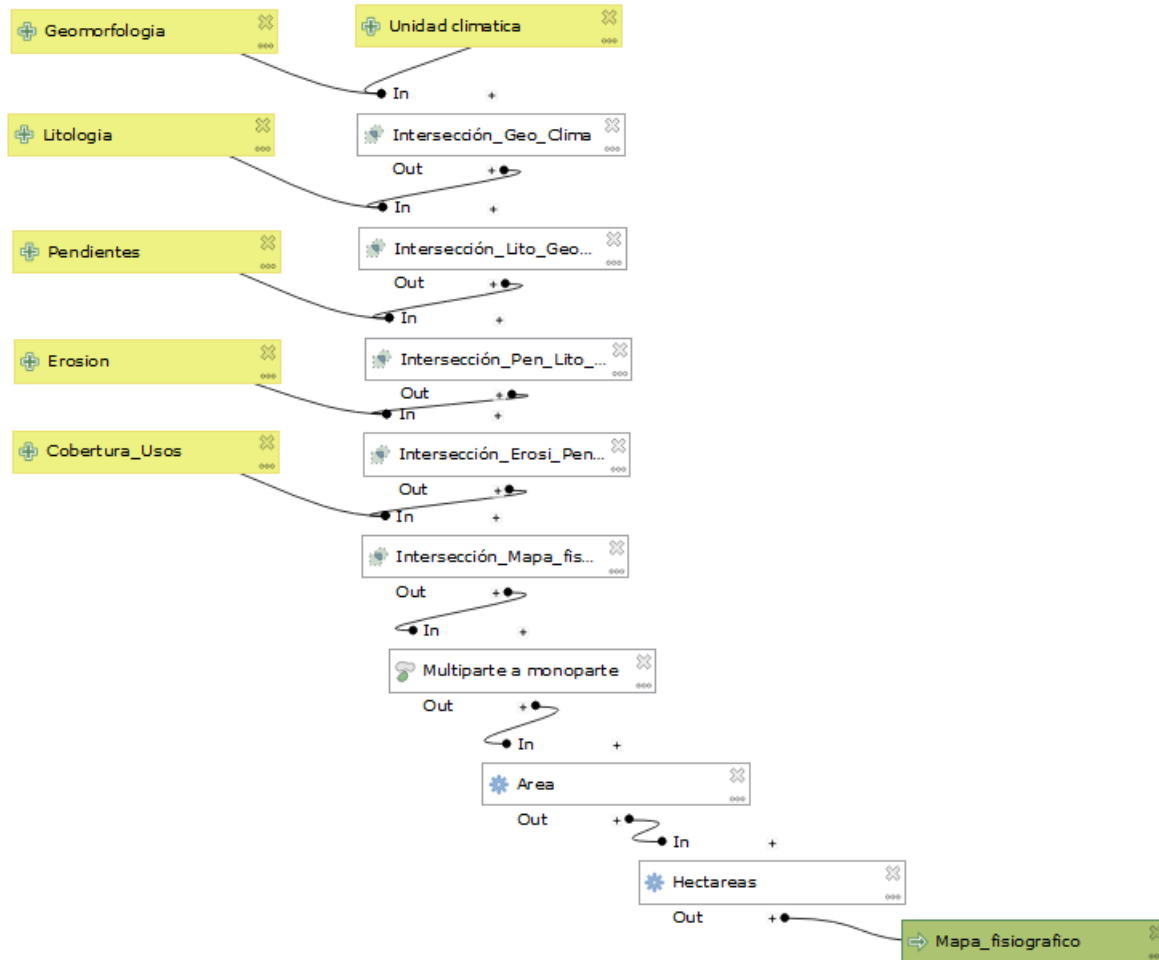
✕



Aceptar

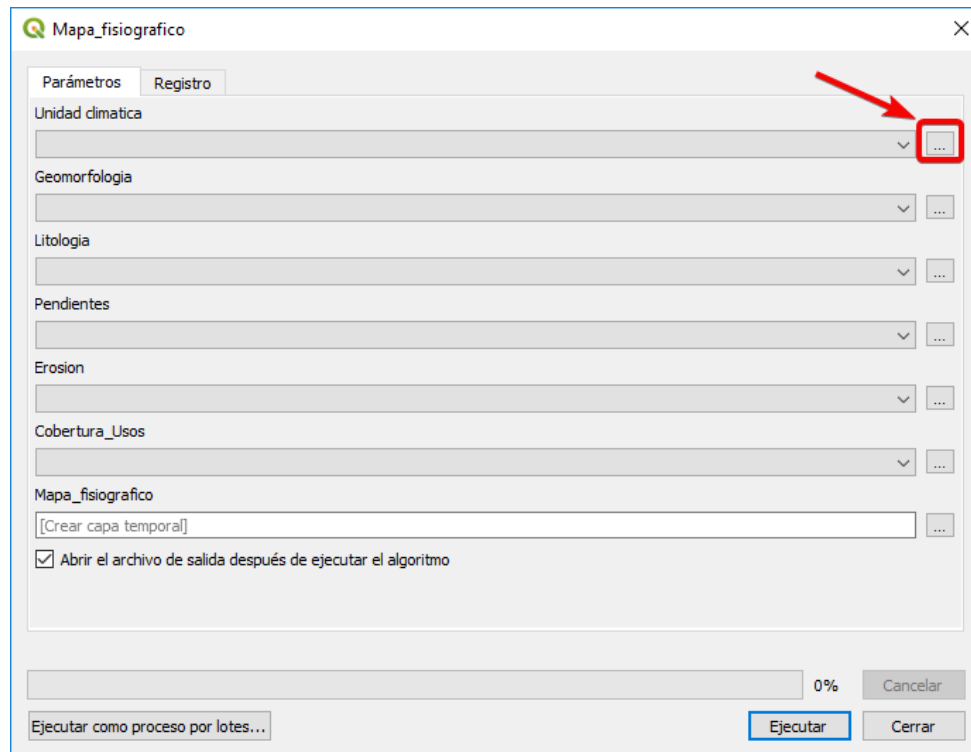
Cancelar

Ayuda

Modelo final.

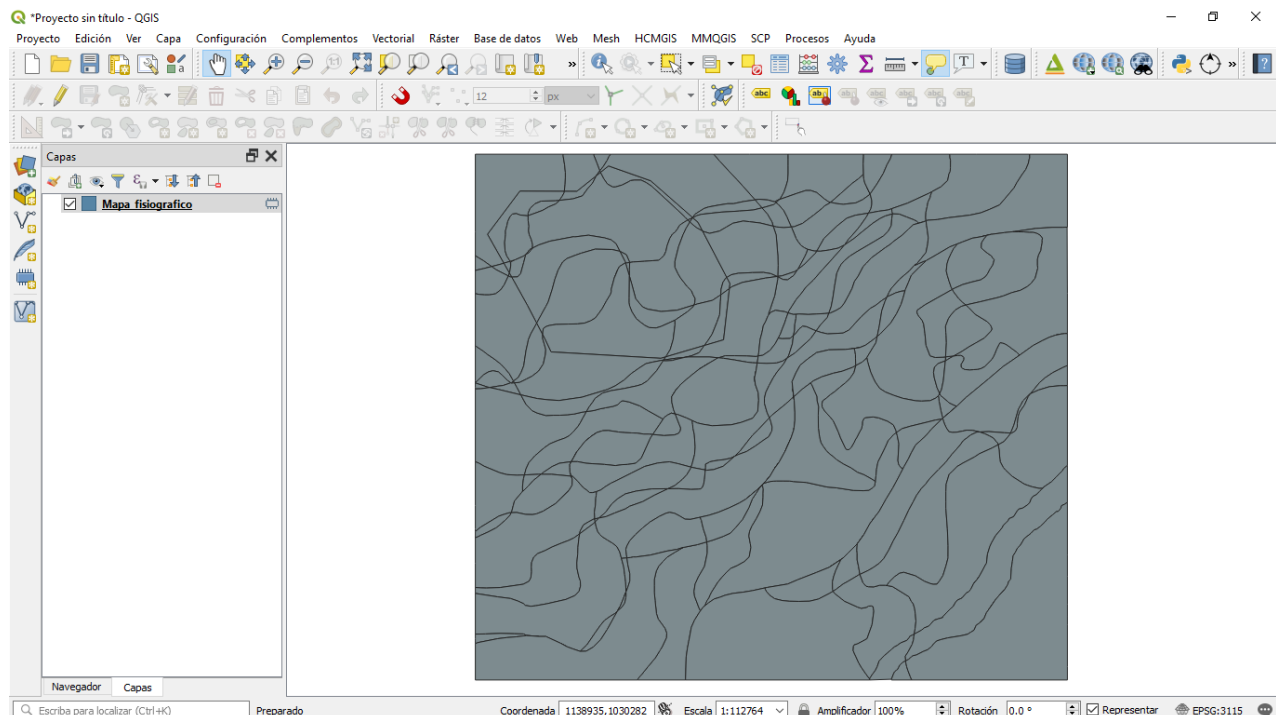


Ahora se debe de correr el modelo dando click en  para ejecutar el modelo. En el recuadro que se genera se le debe de dar click  para añadir la ruta donde se tiene guardadas la capas que anteriormente se digitalizaron. Se cargan todas y se le da ejecutar.



La capa se puede guardar directamente o dejar como un archivo temporal y luego exportarla. En la parte inferior donde dice crear temporal, se puede dejar así o se da click en los tres puntos para guardarla; Además, se deja seleccionado el abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo.

Resultado de la ejecución del modelo:






Resultado en la tabla de atributos:

Mapa_fisiografico :: Objetos totales: 212, Filtrados: 212, Seleccionados: 0

	fid	UNID_CLIMAT	fid_2	GRAN_PAISAJE	fid_3	PAISAJE	fid_4	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	fid_5	SUBPAISAJE_2	fid_6	ELEM_PAISAJE
1	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	15	Plano o casi pla...	0-3	11	Sin erosion	12	Pecuario
2	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	15	Plano o casi pla...	0-3	11	Sin erosion	12	Pecuario
3	5	Calido semi hu...	5	Vallecito estrecho	10	Rocas conglom...	15	Plano o casi pla...	0-3	11	Sin erosion	12	Pecuario
4	5	Calido semi hu...	5	Vallecito estrecho	11	Aluviones recie...	15	Plano o casi pla...	0-3	7	Erosion severa	12	Pecuario
5	5	Calido semi hu...	5	Vallecito estrecho	11	Aluviones recie...	15	Plano o casi pla...	0-3	11	Sin erosion	10	Bosque protector
6	5	Calido semi hu...	5	Vallecito estrecho	11	Aluviones recie...	15	Plano o casi pla...	0-3	11	Sin erosion	12	Pecuario
7	5	Calido semi hu...	5	Vallecito estrecho	11	Aluviones recie...	15	Plano o casi pla...	0-3	12	Erosion modera...	12	Pecuario
8	5	Calido semi hu...	5	Vallecito estrecho	11	Aluviones recie...	16	Ligeramente in...	3-7	11	Sin erosion	12	Pecuario
9	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	5	Sin erosion	11	Cultivo perman...
10	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	5	Sin erosion	12	Pecuario
11	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	7	Erosion severa	9	Cultivo semestral
12	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	7	Erosion severa	10	Bosque protector
13	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	7	Erosion severa	11	Cultivo perman...
14	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	7	Erosion severa	12	Pecuario
15	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	14	Moderadament...	7-12	11	Sin erosion	12	Pecuario
16	5	Calido semi hu...	4	Relieve de pied...	10	Rocas conglom...	15	Plano o casi pla...	0-3	7	Erosion severa	12	Pecuario
17	5	Calido semi hu...	6	Relieve de pied...	11	Aluviones recie...	16	Ligeramente in...	3-7	12	Erosion modera...	12	Pecuario
18	5	Calido semi hu...	6	Relieve de pied...	12	Rocas conglom...	15	Plano o casi pla...	0-3	12	Erosion modera...	12	Pecuario
19	5	Calido semi hu...	6	Relieve de pied...	12	Rocas conglom...	16	Ligeramente in...	3-7	11	Sin erosion	12	Pecuario
20	5	Calido semi hu...	6	Relieve de pied...	12	Rocas conglom...	16	Ligeramente in...	3-7	12	Erosion modera...	10	Bosque protector
21	5	Calido semi hu...	6	Relieve de pied...	12	Rocas conglom...	16	Ligeramente in...	3-7	12	Erosion modera...	12	Pecuario
22	4	Templado semi...	3	Relieve montan...	8	Rocas arcillolitas	11	Ligeramente e...	25-50	6	Erosion leve	8	Pecuario

Mostrar todos los objetos espaciales

Se realiza una depuración de la tabla para eliminar las columnas que no se necesitan. Se realiza habilitando la edición  , luego se da click en borrar campo  . Se procede a eliminar los campos y luego se guardan los cambios  .



Mapa fisiografico :: Objetos totales: 212, Filtrados: 212, Seleccionados: 0

	UNID_CLIMAT	GRAN_PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS
1	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	1377675.01416	137.76750
2	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	238623.93730	23.86239
3	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	1028733.21126	102.87332
4	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Sin erosion	Pecuario	8663.66496	0.86637
5	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Cultivo semestral	210908.08193	21.09081
6	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Cultivo semestral	44438.16189	4.44382
7	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Plantacion fore...	735663.60558	73.56636
8	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Pecuario	8053849.95087	805.38500
9	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Pecuario	221061.51666	805.38500 615
10	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	3199674.12471	319.96741
11	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente e...	> 75	Erosion modera...	Pecuario	45866.42902	4.58664
12	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente e...	> 75	Sin erosion	Pecuario	4356024.31772	435.60243
13	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente e...	> 75	Sin erosion	Cultivo semestral	0.02138	0.00000
14	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Plantacion fore...	57.28222	0.00573
15	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Plantacion fore...	2450963.10364	245.09631
16	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Moderadament...	7-12	Erosion modera...	Plantacion fore...	4670.59341	0.46706
17	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Plantacion fore...	107940.86567	10.79409
18	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	613048.62563	61.30486
19	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Fuertemente e...	> 75	Sin erosion	Pecuario	3698.60732	0.36986
20	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	5230578.17744	523.05782
21	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Plantacion fore...	152117.10648	15.21171
22	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	1061662.01771	106.16620

Mostrar todos los objetos espaciales

De acuerdo a la información que proporciona en la tabla de atributos, la capa cuenta con 212 polígonos; sin embargo, no todos se tendrán en cuenta para este ejemplo. Esto se debe a que el área es menor a la unidad mínima de mapeo, que para este caso es de 25ha porque se está trabajando en una escala 1:100.000 (Se describe al inicio del ejemplo).

Para eliminar los polígonos que son menores a la unidad mínima se debe de hacer lo siguiente:

1. Se habilita la edición de la tabla de atributos 
2. Se filtran los polígonos que tienen un área menor a 25 hectáreas. Se da click en . Genera una ventana en la cual se aplicará el filtro.

[illegible]

En la fila de HECTAREAS, se cambia el excluir todo por el menor igual que (<=), y en el espacio en blanco se escribe el número 25, indicando las hectáreas que se filtraran. Luego se da click en Select Features para que seleccione los polígonos que tiene un área menor o igual a 25 ha.

Mapa_fisiografico :: Objetos totales: 212, Filtrados: 212, Seleccionados: 0

abc UNID_CLIMAT

Expresión

Calido semi humedo

UNID_CLIMAT

GRAN_PAISAJE

PAISAJE

SUBPAISAJE

PORCE_PEN

SUBPAISAJE_2

ELEM_PAISAJE

AREA

HECTAREAS 25

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Reset Form

Flash Features Zoom to Features Select Features Filtar objetos

Mostrar todos los objetos espaciales

Posterior a indicar la selección de los polígonos, se vuelve a la vista de la tabla, dando click en

Mapa_fisiografico :: Objetos totales: 212, Filtrados: 212, Seleccionados: 0

abc UNID_CLIMAT

Expresión

Calido semi humedo

UNID_CLIMAT

GRAN_PAISAJE

PAISAJE

SUBPAISAJE

PORCE_PEN

SUBPAISAJE_2

ELEM_PAISAJE

AREA

HECTAREAS 25

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Case sensitive Excluir campo

Reset Form

Flash Features Zoom to Features Select Features Filtar objetos

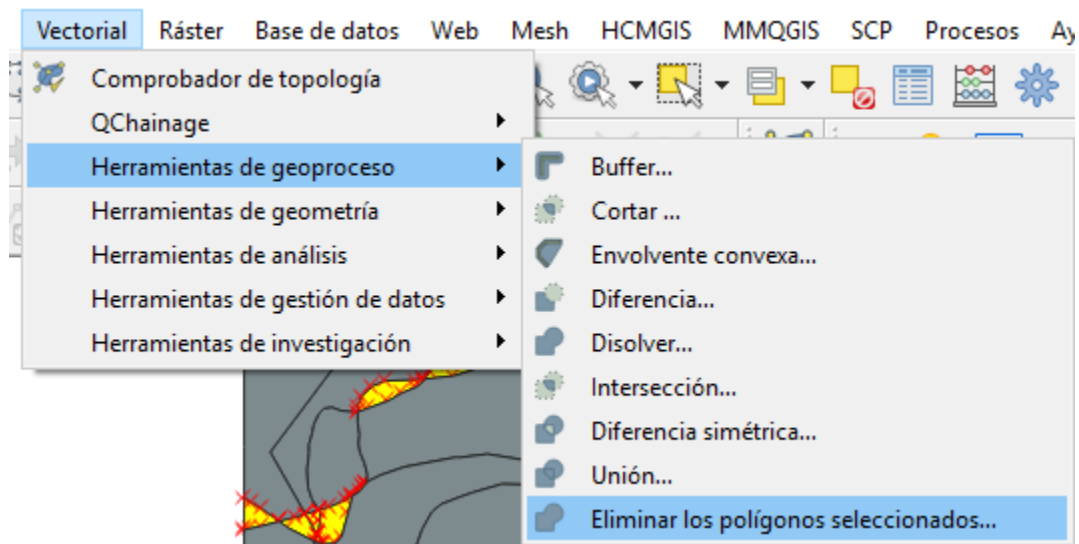
Mostrar todos los objetos espaciales

Tabla de atributos con los polígonos seleccionados.

	UNID_CLIMAT	GRAN_PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS
191	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Sin erosion	Cultivo perman...	429174.72806	42.91747
192	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Sin erosion	Cultivo perman...	180495.13739	18.04951
193	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Sin erosion	Pecuario	5238163.98450	523.81640
194	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Cultivo semestral	14647375.42104	1464.73754
195	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Bosque protector	3971909.98799	397.19100
196	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Cultivo perman...	6228161.72998	622.81617
197	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Pecuario	9727738.31866	972.77383
198	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Sin erosion	Pecuario	0.00103	0.00000
199	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Plano o casi pla...	0-3	Erosion severa	Pecuario	0.00256	0.00000
200	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Pecuario	0.00393	0.00000
201	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Pecuario	0.00286	0.00000
202	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Rocas conglom...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Pecuario	0.00621	0.00000
203	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Plano o casi pla...	0-3	Erosion severa	Pecuario	0.01140	0.00000
204	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Bosque protector	836372.78142	83.63728
205	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Pecuario	6123006.51403	612.30065
206	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Plano o casi pla...	0-3	Erosion modera...	Pecuario	0.01042	0.00000
207	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Ligeramente in...	3-7	Sin erosion	Pecuario	0.00433	0.00000
208	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Aluviones recie...	Ligeramente in...	3-7	Erosion modera...	Pecuario	0.00761	0.00000
209	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Plano o casi pla...	0-3	Erosion modera...	Pecuario	0.00020	0.00000
210	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Ligeramente in...	3-7	Sin erosion	Pecuario	0.00621	0.00000
211	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Ligeramente in...	3-7	Erosion modera...	Bosque protector	226873.83665	22.68738

Después de que los polígonos estén seleccionados se procede a eliminarlos como se muestra a continuación:

1. Se va a vectorial > Herramientas de geoprocso > Eliminar los polígonos seleccionados.



2. En el recuadro que se genera se debe de llenar de la siguiente forma:

Eliminar los polígonos seleccionados

Parámetros Registro

Capa de entrada

Mapa_fisiografico [EPSG:3115] 1

Combinar la selección con el polígono vecino con el

Contorno común más grande 2

Eliminado

[Crear capa temporal] 3

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Eliminar los polígonos seleccionados


This algorithm combines selected polygons of the input layer with certain adjacent polygons by erasing their common boundary. The adjacent polygon can be either the one with the largest or smallest area or the one sharing the largest common boundary with the polygon to be eliminated. Eliminate is normally used to get rid of sliver polygons, i.e. tiny polygons that are a result of polygon intersection processes where boundaries of the inputs are similar but not identical.

0% Cancelar

Ejecutar como proceso por lotes... 4 Ejecutar Cerrar Ayuda

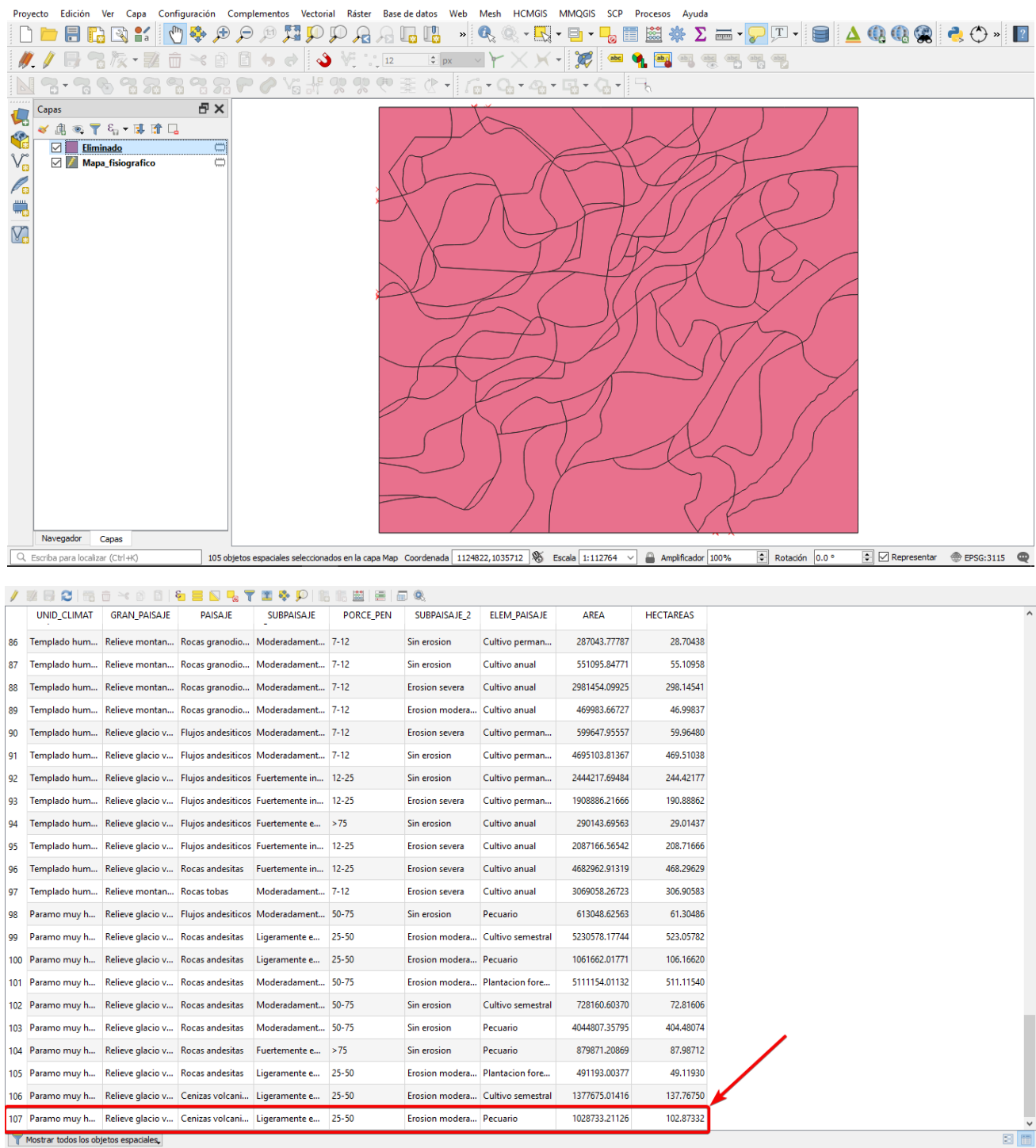
En el número 1, se indica la capa que se tiene cargada (para este caso, mapa_fisiografico).

En el número 2, Se selecciona el contorno común más grande. En este se añadirán los polígonos que tiene un área menor o igual a 25 ha.

En el número 3, se le da click en los tres puntos  y se guarda en la carpeta en la que se tiene la demás información.

En el número 4, se ejecuta el proceso de eliminación de polígonos seleccionados.

Resultado:





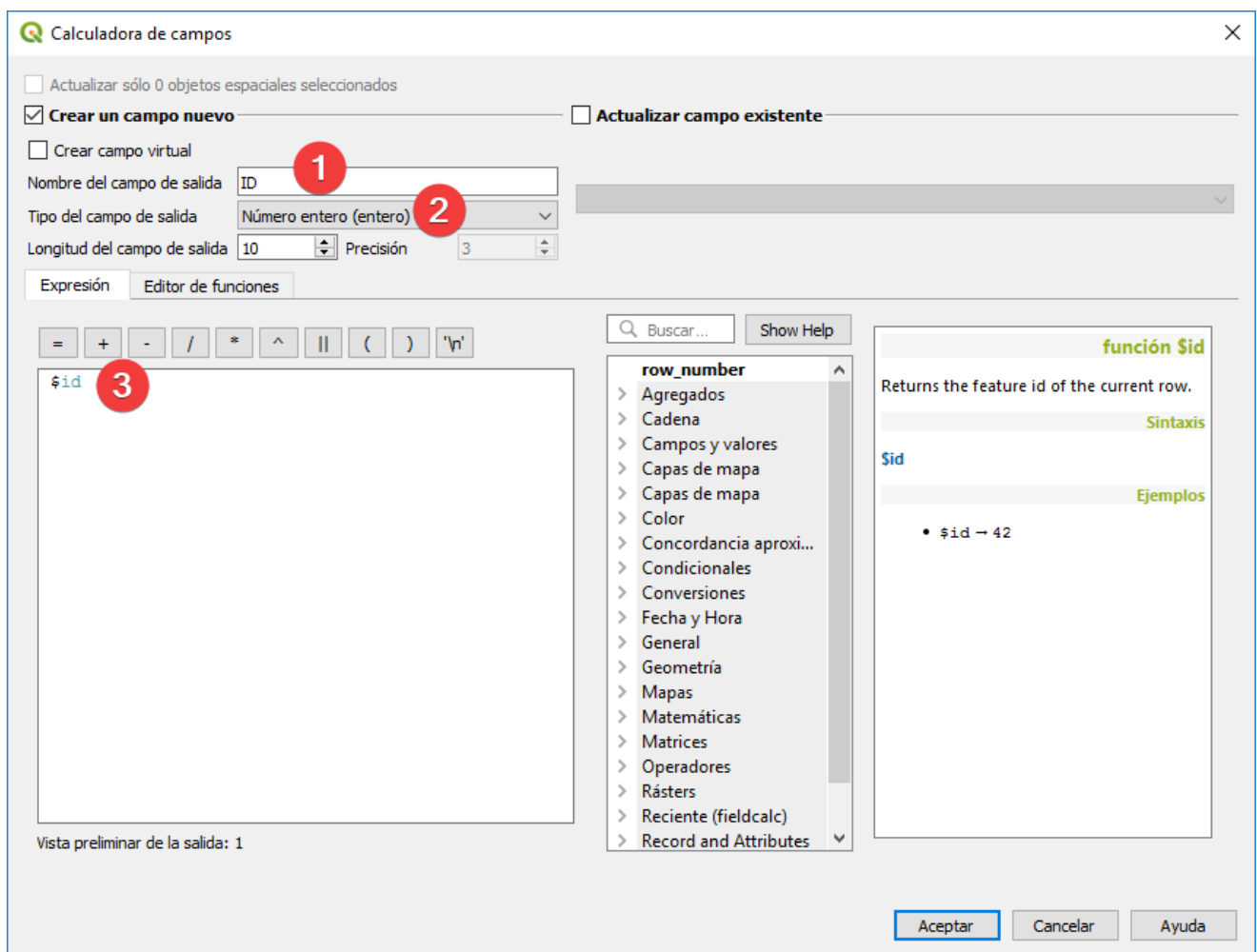
Se evidencia una reducción notable en los polígonos.

Nota: La nueva capa que se genera, es la que tiene la nueva información y reducción de polígonos (para este caso es Eliminado debido a que se guardó como un archivo_PEN temporal por ser más práctico para el desarrollo del ejemplo).

- B.** Al ya finalizarse la obtención de los datos correspondientes para el proceso de evaluación de tierras mediante el manejo de tablas. Se procede a incorporarle la información referente al suelo con la que se relacionan los archivos en pdf (Se menciona al inicio del ejemplo). En este caso, el docente de la asignatura (Manejo y Conservación de Suelos) proporciona el número de suelo con su correspondiente información para cada uno de los polígonos que se generaron. Esta información ya vendría anexada a cada polígono si el levantamiento se hiciera usando teledetección, debido a que se le incluiría directamente toda la información.

Para que el docente de la asignatura proporcione el número de suelo, se le debe de generar a la tabla de atributos un identificador de cada polígono (ID). El procedimiento se muestra a continuación:

1. Se habilita la edición de la tabla de atributos 
2. Se ingresa a la calculadora de campos  y se genera un campo nuevo de esta forma:



En el número 1, se le da el nombre del nuevo campo.

En el número 2, se indica el tipo de campo que se generará

En el número 3, se pone la fórmula para que lo calcule. En este caso es \$id. Se le da aceptar para que genere el nuevo campo.

Nota: No olvidar guardar la edición y salir de este modo.

	UNID_CLIMAT	GRAN_PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS	ID
1	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	1377675.01416	137.76750	1
2	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	1028733.21126	102.87332	2
3	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Plantacion fore...	735663.60558	73.56636	3
4	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Pecuario	8053849.95087	805.38500	4
5	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	3199674.12471	319.96741	5
6	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Pecuario	4356024.31772	435.60243	6
7	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Plantacion fore...	2450963.10364	245.09631	7
8	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	613048.62563	61.30486	8
9	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	5230578.17744	523.05782	9
10	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	1061662.01771	106.16620	10
11	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Plantacion fore...	5111154.01132	511.11540	11
12	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	728160.60370	72.81606	12
13	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	4044807.35795	404.48074	13
14	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Pecuario	879871.20869	87.98712	14
15	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Plantacion fore...	491193.00377	49.11930	15
16	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Cultivo semestral	3047824.30787	304.78243	16
17	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	913992.83841	91.39928	17
18	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Cultivo semestral	5389451.15226	538.94512	18
19	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	2609781.31784	260.97813	19
20	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Sin erosion	Cultivo semestral	1815414.72039	181.54147	20
21	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente in...	12-25	Sin erosion	Cultivo semestral	485496.47632	48.54965	21
22	Frio humedo	Relieve glacio v...	Flujos andesiticos	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Bosque protect...	2958731.72740	295.87317	22

Ahora se procede a exportar la tabla de atributos e Excel (xlsx) para que el docente pueda ingresar el número de suelo correspondiente a cada polígono. Para exportar la tabla se da click derecho en la capa > exportar > guardar objetos como... y se llena el recuadro que se genera de la siguiente manera:

Guardar capa vectorial como...

Formato: Hoja de cálculo de MS Office Open XML [XLSX]

Nombre de archivo:

Nombre de la capa:

SRC: EPSG:3115 - MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone

Codificación: UTF-8

☐ Guardar sólo los objetos espaciales seleccionados

Seleccione campos a exportar y sus opciones de exportación

Geometría

☐ Extensión (actual: capa)

Norte:

Oeste: Este:

Sur:

Extensión actual de la capa Extensión de la vista del mapa

Opciones de capa

OGR_XLSX_FIELD_TYPES: AUTO

OGR_XLSX_HEADERS: AUTO

Opciones personalizadas

☒ Añadir archivo guardado al mapa

En el número 1, se busca el formato en el cual se exportará (para este caso es xlsx).

En el número 2, se busca la carpeta en la que se va a guardar el archivo. Luego se da aceptar.

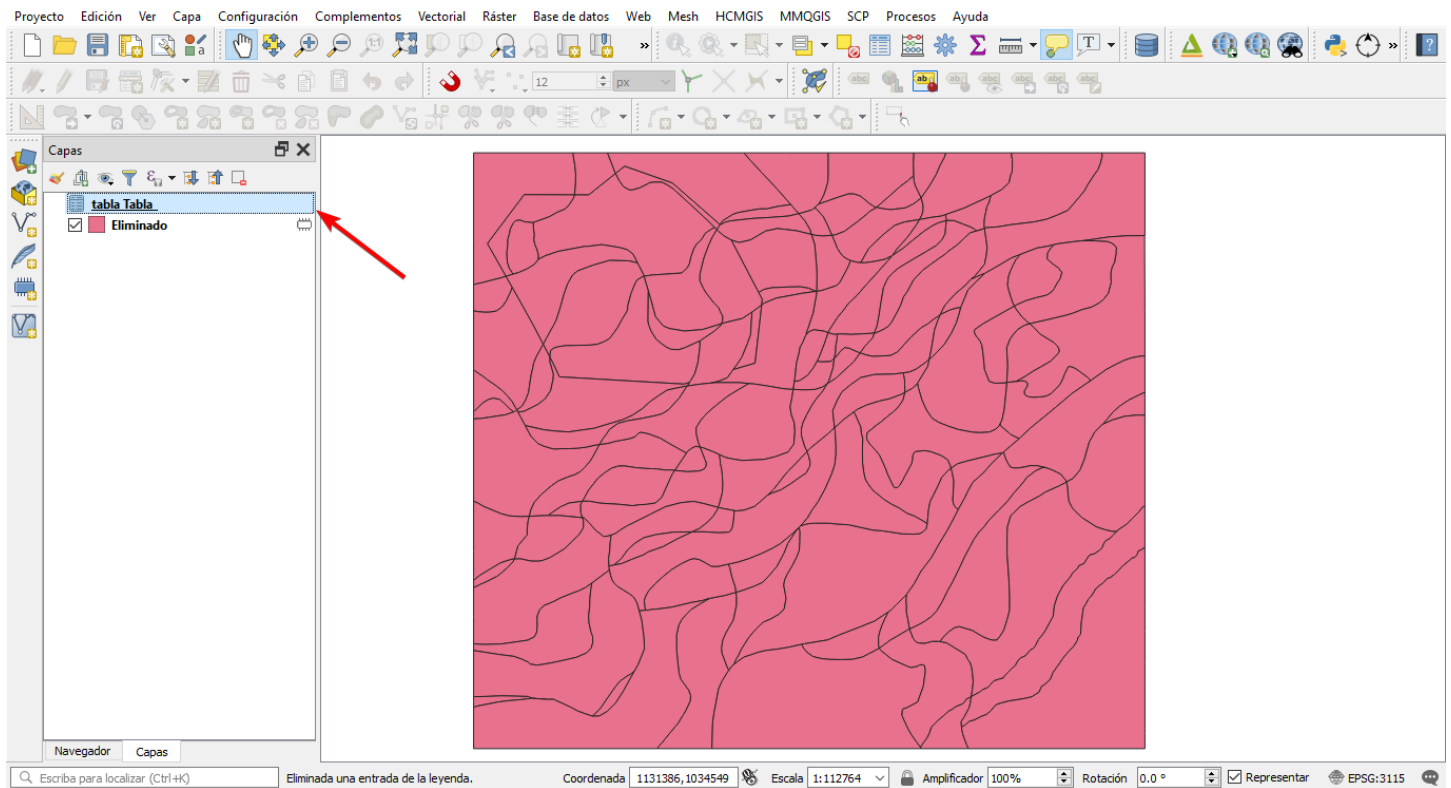
Tabla abierta en Excel:

UNID	CLIMAT	GRAN_PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS	ID
1	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	1377675.014	137.7675014	1
2	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Pecuario	1028733.211	102.8733211	2
3	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Plantacion foresta	735663.6056	73.56636056	3
4	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Pecuario	8053849.951	805.3849951	4
5	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Pecuario	3199674.125	319.9674125	5
6	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Fuertemente emp	>75	Sin erosion	Pecuario	4356024.318	435.6024318	6
7	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Plantacion foresta	2450963.104	245.0963104	7
8	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Pecuario	613048.6256	61.30486256	8
9	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	5230578.177	523.0578177	9
10	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Pecuario	1061662.018	106.1662018	10
11	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Plantacion foresta	5111154.011	511.1154011	11
12	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	728160.6037	72.81606037	12
13	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Pecuario	4044807.358	404.4807358	13
14	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Fuertemente emp	>75	Sin erosion	Pecuario	879871.2087	87.98712087	14
15	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Plantacion foresta	491193.0038	49.11930038	15
16	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Cultivo semestral	3047824.308	304.7824308	16
17	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	913992.8384	91.39928384	17
18	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Fuertemente emp	>75	Sin erosion	Cultivo semestral	5389451.152	538.9451152	18
19	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	2609781.318	260.9781318	19
20	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Sin erosion	Cultivo semestral	1815414.72	181.541472	20
21	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Fuertemente incli	12-25	Sin erosion	Cultivo semestral	485496.4763	48.54964763	21
22	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Bosque protector	2958731.727	295.8731727	22
23	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Cultivo semestral	568035.1498	56.80351498	23
24	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente ii	7-12	Erosion moderada	Bosque protector	1117371.134	111.7371134	24
25	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente ii	7-12	Erosion moderada	Cultivo semestral	1793713.599	179.3713599	25
26	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente ii	7-12	Sin erosion	Cultivo semestral	814643.546	81.4643546	26
27	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Bosque protector	402225.0813	40.22250813	27
28	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	1086962.9	108.69629	28

Número de suelo proporcionado por el docente:

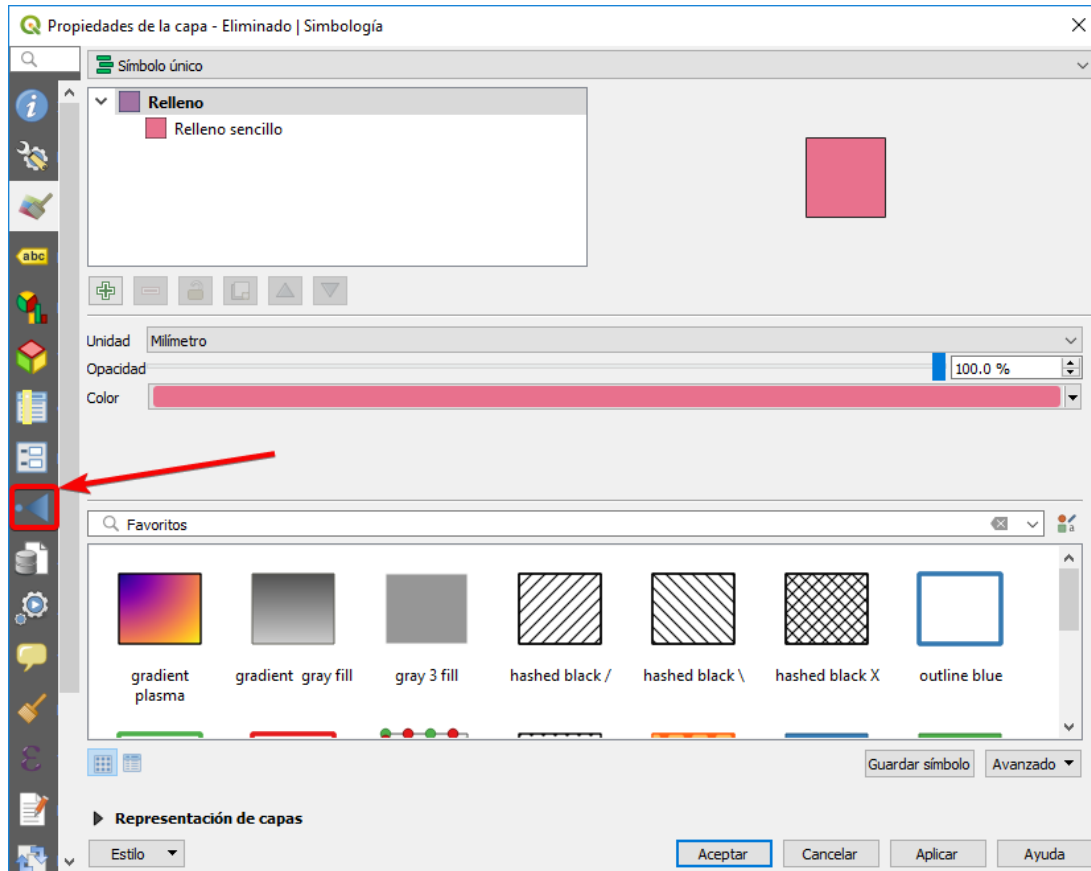
UNID	CLIMAT	GRAN_PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS	ID	Suelo
1	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	1377675.014	137.7675014	1	3
2	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Pecuario	1028733.211	102.8733211	2	3
3	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Plantacion foresta	735663.6056	73.56636056	3	3
4	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Pecuario	8053849.951	805.3849951	4	3
5	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Pecuario	3199674.125	319.9674125	5	2
6	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Fuertemente emp	>75	Sin erosion	Pecuario	4356024.318	435.6024318	6	4
7	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Plantacion foresta	2450963.104	245.0963104	7	4
8	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Pecuario	613048.6256	61.30486256	8	4
9	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	5230578.177	523.0578177	9	4
10	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Pecuario	1061662.018	106.1662018	10	4
11	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Plantacion foresta	5111154.011	511.1154011	11	10
12	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	728160.6037	72.81606037	12	4
13	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Pecuario	4044807.358	404.4807358	13	4
14	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Fuertemente emp	>75	Sin erosion	Pecuario	879871.2087	87.98712087	14	4
15	Paramo muy hum	Relieve glacio volc	Rocas andesitas	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Plantacion foresta	491193.0038	49.11930038	15	4
16	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Cultivo semestral	3047824.308	304.7824308	16	4
17	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Moderadamente	ε 50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	913992.8384	91.39928384	17	4
18	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Fuertemente emp	>75	Sin erosion	Cultivo semestral	5389451.152	538.9451152	18	5
19	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	2609781.318	260.9781318	19	3
20	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Ligeramente empi	25-50	Sin erosion	Cultivo semestral	1815414.72	181.541472	20	1
21	Frio humedo	Relieve glacio volc	Cenizas volcanica	Fuertemente incli	12-25	Sin erosion	Cultivo semestral	485496.4763	48.54964763	21	1
22	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Bosque protector	2958731.727	295.8731727	22	1
23	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente	ε 50-75	Erosion moderada	Cultivo semestral	568035.1498	56.80351498	23	1
24	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente ii	7-12	Erosion moderada	Bosque protector	1117371.134	111.7371134	24	3
25	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente ii	7-12	Erosion moderada	Cultivo semestral	1793713.599	179.3713599	25	3
26	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Moderadamente ii	7-12	Sin erosion	Cultivo semestral	814643.546	81.4643546	26	1
27	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Bosque protector	402225.0813	40.22250813	27	1
28	Frio humedo	Relieve glacio volc	Flujos andesiticos	Ligeramente empi	25-50	Erosion moderada	Cultivo semestral	1086962.9	108.69629	28	1


Se guarda y luego se arrastra el archivo a software QGIS.

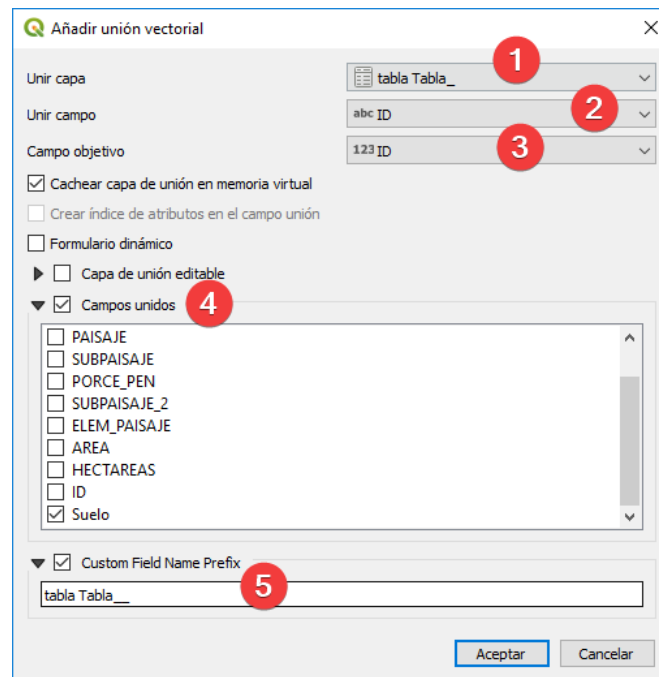


Se unirá la información que proporcionó el docente con toda la capa. Para esto se hace lo siguiente:

Click derecho sobre la capa (En este caso eliminado) > propiedades. En el recuadro de propiedades de la capa se selecciona uniones.



Se da click en . La ventana que se origina se llena así:



En el número 1, aparecerá la tabla que se ingresó con los datos que proporcionó el docente.

En el número 2 y 3, se busca el campo de las capas con las que se generará la unión de información.

En el número 4, se marca la casilla de campos unidos, al igual que la de suelo.

En el número 5, se borra el prefijo que aparece como nombre del archivo. Se le da aceptar. Luego se vuelve aceptar en las propiedades de la capa y se abre la tabla de atributos para verificar la información.

	UNID_CLIMAT	GRAN_PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS	ID	Suelo
1	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	1377675.01416	137.76750	1	3
2	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	1061662.01771	106.16620	10	4
3	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Sin erosion	Pecuario	5238163.98450	523.81640	100	14
4	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Cultivo semestral	14647375.42104	1464.73754	101	14
5	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Bosque protector	3971909.98799	397.19100	102	14
6	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Cultivo perman...	6228161.72998	622.81617	103	15
7	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Moderadament...	7-12	Erosion severa	Pecuario	9727738.31866	972.77383	104	14
8	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Bosque protector	836372.78142	83.63728	105	14
9	Calido semi hu...	Vallecito estrecho	Aluviones recie...	Plano o casi pla...	0-3	Sin erosion	Pecuario	6123006.51403	612.30065	106	15
10	Calido semi hu...	Relieve de pied...	Rocas conglom...	Ligeramente in...	3-7	Erosion modera...	Pecuario	14209641.04213	1420.96410	107	14
11	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Plantacion fore...	5111154.01132	511.11540	11	10
12	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	728160.60370	72.81606	12	4
13	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	4044807.35795	404.48074	13	4
14	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Pecuario	879871.20869	87.98712	14	4
15	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Rocas andesitas	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Plantacion fore...	491193.00377	49.11930	15	4
16	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Erosion modera...	Cultivo semestral	3047824.30787	304.78243	16	4
17	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	913992.83841	91.39928	17	4
18	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Cultivo semestral	5389451.15226	538.94512	18	5
19	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Cultivo semestral	2609781.31784	260.97813	19	3
20	Paramo muy h...	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Erosion modera...	Pecuario	1028733.21126	102.87332	2	3
21	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Ligeramente e...	25-50	Sin erosion	Cultivo semestral	1815414.72039	181.54147	20	1
22	Frio humedo	Relieve glacio v...	Cenizas volcani...	Fuertemente in...	12-25	Sin erosion	Cultivo semestral	485496.47632	48.54965	21	1

Para ingresar la información de la base de datos que se relaciona con la espacial se hace la misma unión que se realizó anteriormente, pero el atributo de unión ya no será ID, sino suelo; además, se deben de seleccionar todos los campos unidos excepto suelo.

Añadir unión vectorial

Unir capa

TABLE_SUELO Suelos

Unir campo

123 Suelo

Campo objetivo

123 Suelo

☒ Cachear capa de unión en memoria virtual

☐ Crear índice de atributos en el campo unión

☐ Formulario dinámico

▶ ☐ Capa de unión editable

▼ ☒ Campos unidos

☒ Promedio_2

☒ AEA_0,125PCT

☒ Promedio_3

☒ DPM

☒ Estabilidad

☒ arena_PCT

☒ limo_PCT

☒ arcilla_PCT

☒ Textura_

▼ ☒ Custom Field Name Prefix

Aceptar

Cancelar

	SUBPAISAJE	PORCE_PEN	SUBPAISAJE_2	ELEM_PAISAJE	AREA	HECTAREAS	ID	Suelo	Perfil	pH	PCT_MO_	PCT_CO	K
1	Ligeramente e...	25-50	Erosion moderna...	Cultivo semestral	1377675.01416	137.76750	1	3 3	4.8		14.1	8.294117647058...	0.12
2	Ligeramente e...	25-50	Erosion moderna...	Pecuario	1028733.21126	102.87332	2	3 3	4.8			14.1 8.294117647058...	0.12
3	Moderadament...	50-75	Erosion moderna...	Plantacion fore...	735663.60558	73.56636	3	3 3	4.8			14.1 8.294117647058...	0.12
4	Moderadament...	50-75	Erosion moderna...	Pecuario	8053849.95087	805.38500	4	3 3	4.8			14.1 8.294117647058...	0.12
5	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	3199674.12471	319.96741	5	2 12	4.6		27.2	16	0.28
6	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Pecuario	4356024.31772	435.60243	6	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
7	Moderadament...	50-75	Erosion moderna...	Plantacion fore...	2450963.10364	245.09631	7	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
8	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	613048.62563	61.30486	8	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
9	Ligeramente e...	25-50	Erosion moderna...	Cultivo semestral	5230578.17744	523.05782	9	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
10	Ligeramente e...	25-50	Erosion moderna...	Pecuario	1061662.01771	106.16620	10	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
11	Moderadament...	50-75	Erosion moderna...	Plantacion fore...	5111154.01132	511.11540	11	10 15	5.6		13.1	7.705882352941...	0.09
12	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	728160.60370	72.81606	12	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
13	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Pecuario	4044807.35795	404.48074	13	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
14	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Pecuario	879871.20869	87.98712	14	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
15	Ligeramente e...	25-50	Erosion moderna...	Plantacion fore...	491193.00377	49.11930	15	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
16	Moderadament...	50-75	Erosion moderna...	Cultivo semestral	3047824.30787	304.78243	16	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
17	Moderadament...	50-75	Sin erosion	Cultivo semestral	913992.83841	91.39928	17	4 32	5.3		14.1	8.294117647058...	0.24
18	Fuertemente e...	>75	Sin erosion	Cultivo semestral	5389451.15226	538.94512	18	5 PC7	5.2		9.96472	5.78	0.2
19	Ligeramente e...	25-50	Erosion moderna...	Cultivo semestral	2609781.31784	260.97813	19	3 3	4.8		14.1	8.294117647058...	0.12
20	Ligeramente e...	25-50	Sin erosion	Cultivo semestral	1815414.72039	181.54147	20	1 11	5.1		13.9	8.176470588235...	0.18
21	Fuertemente in...	12-25	Sin erosion	Cultivo semestral	485496.47632	48.54965	21	1 11	5.1		13.9	8.176470588235...	0.18
22	Moderadament...	50-75	Erosion moderna...	Bosque protect...	2958731.72740	295.87317	22	1 11	5.1		13.9	8.176470588235...	0.18

Así se obtiene lo inicial de la base de datos.

Nota: Es importante que se guarde (exportar como geopackage) la capa con las uniones realizadas debido que este se guarda en el proyecto, pero no en la capa. Si se hace esto, la capa queda con toda la información que se le ha ingresado.

C. Proceso de evaluación. La metodología tiene en cuenta la demanda, requerimientos para los diferentes tipos de utilización de la tierra (TUT's), y la oferta, cualidades y características de las unidades de tierra (CRQ et al, 2000).

El proceso permite confrontar los requerimientos de los TUT's con las unidades de tierra (UT). Se desarrolla mediante tablas tipo matriz en las cuales se determina la clase de aptitud para cada tipo específico de utilización de la tierra (CRQ et al, 2000).

1. Requerimientos de los usos.

Para cada tipo de utilización de la tierra es necesario establecer las mejores condiciones para su empleo. Igualmente, antes de identificar los principales requerimientos de los usos de la tierra, se debe conocer el concepto de requerimiento, el cual es una exigencia o necesidad de un cultivo específico para un exitoso establecimiento, un adecuado crecimiento y desarrollo y un óptimo rendimiento (UPRA, 2013).

Los requerimientos que se identificaron son:

- Disponibilidad de Agua
- Disponibilidad de Nutrientes
- Resistencia a la erosión
- Capacidad de enraizamiento

Puntaje vs Calificación	
Puntaje	Calificación
3	Alta
2	Media
1	Baja

Las fuentes de información a las que se pueden acceder para consultar sobre los requerimientos pueden ser las siguientes:

- ✓ Manuales técnicos de producción de cultivos regionales, departamentales, nacionales e internacionales.
- ✓ Reportes de estudios de zonificación agroecológica.
- ✓ Consulta de bases de datos de bibliotecas agrícolas (Biblioteca Agropecuaria Colombiana-BAC)
- ✓ Publicaciones de centros de investigación nacional e internacional.
- ✓ Corporaciones Autónomas Regionales (UPRA, 2013).

Para este ejemplo, los requerimientos se categorizaron y se calificaron de la siguiente manera:

Disponibilidad de H2O					
Parámetros/Características	Alta	Moderada	Baja	Puntaje	Calificación
% MO Clima Frío	9.14 - 11.21	4.6 - 8.9; 11.4 - 17.2	0 - 4.5; > 17.2		
% MO Clima Medio	7.24-9.14	3.1 - 7.1; 9.3 - 13.1	0 - 3.0; >13.1	9	Alta
% MO Clima cálido	>4.9	0.9 - 4.9	0 - 0.8	6.0 - 8.0	Media
Mesoporos %	> 5.0	4.9 - 1.1	< 1.0	3.0 - 5.0	Baja
Unidad climática	Paramo húmedo y frío super húmedo	Templado semi húmedo y super húmedo	Cálido seco		

Disponibilidad Nutrientes					
Parámetros/Características	Alta	Moderada	Baja	Puntaje	Calificación
% CO Clima Frío	5.3-6.5	2.7-5.2; 6.6-10-0	0-2.6; >10.0		
% CO Clima Medio	4.2-5.3	1.8-4.1; 5.4-7.6	0-1.7; >7.6		
% CO Clima Cálido	>2.9	0.51-2.9	0-0.5		
pH	6.1-7.3	5.1-6.0; 7.4-7.8	0-5.0; >7.9	24	Alta
%Sat Al	<5	5.0-29	>30	16 - 23	Media
CICA	>20	11.0-20	0-10	8.0 - 15	Baja
%Sat Bases	>70	36-70	0-35		
BT	>16	8.1-16.0	0-8.0		
Fósforo Bray II	>40	21-40	0-20		
Potasio	>0.4	0.21-0.4	0-0.2		

Resistencia a la Erosión					
Características	Alta	Moderada	Baja	Puntaje	Calificación
Pendiente	0-3	3-7; 12-25; 25-50	>50		
Erosión	Sin Erosión	Leve y Moderada	Severa	12	Alta
Estabilidad	Estable, Muy Estable	Moderadamente Estable	Ligeramente Estable e Inestable	8.0 - 11	Media
Cobertura Vegetal	Bosque	Bosque Protector Productor, Bosque Protector	Cultivos, Pasturas	4.0 - 7.0	Baja

Capacidad de Enraizamiento				Puntaje	Calificación
Parámetros/Características	Alta	Moderada	Baja	9	Alta
Porosidad Total	>45%	20-45%	<20%	6.0 - 8.0	Media
%Macroporos	>15%	10-15%	<10%	3.0 - 5.0	Baja
Textura	Franco, Flanco Limosa, Limosa, Franco Arcillosa, Franco Arenosa Limosa, Franco Arcillosa Arenosa	Franco Arenosa	Arcillosa Arenosa, Arcillosa, Arena, Areno Flanco, Areno Limosa		

1.1 Cuantificación y cualificación de los requerimientos para una de las unidades de tierra.

Para este caso, a efectos prácticos del ejemplo, se realiza la cuantificación y cualificación de los requerimientos en Excel (xlsx).

Para la disponibilidad de agua se hace de la siguiente manera:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Iden	Unidad Climática	Puntaje	% MO	Puntaje	Mesoporos %	Puntaje	TOTAL	CALIFICACIÓN
2	1	Paramo Humedo	3	14.10	2	5.57	3	8	MEDIA
3	2	Paramo Humedo	3	14.10	2	5.57	3	8	MEDIA
4	3	Paramo Humedo	3	14.10	2	5.57	3	8	MEDIA
5	4	Paramo Humedo	3	14.10	2	5.57	3	8	MEDIA
6	5	Paramo Humedo	3	27.20	3	4.17	2	8	MEDIA
7	6	Frio Super Humedo	3	14.10	2	5.09	3	8	MEDIA
8	7	Frio Super Humedo	3	14.10	2	5.09	3	8	MEDIA
9	8	Templado Super Humedo	2	14.10	2	5.09	3	7	MEDIA
10	9	Templado Super Humedo	2	14.10	2	5.09	3	7	MEDIA
11	10	Templado Super Humedo	2	14.10	2	5.09	3	7	MEDIA
12	11	Templado Super Humedo	2	13.10	2	4.03	2	6	MEDIA
13	12	Templado Super Humedo	2	14.10	2	5.09	3	7	MEDIA
14	13	Templado Super Humedo	2	14.10	2	5.09	3	7	MEDIA
15	14	Frio Super Humedo	3	14.10	2	5.09	3	8	MEDIA
16	15	Frio Super Humedo	3	14.10	2	5.09	3	8	MEDIA
17	16	Frio Super Humedo	3	14.10	2	5.09	3	8	MEDIA
18	17	Frio Super Humedo	3	14.10	2	5.09	3	8	MEDIA
19	18	Frio Super Humedo	3	9.96	3	4.69	2	8	MEDIA
20	19	Paramo Humedo	3	14.10	2	5.57	3	8	MEDIA
21	20	Paramo Humedo	3	13.90	2	5.08	3	8	MEDIA
22	21	Paramo Humedo	3	13.90	2	5.08	3	8	MEDIA
23	22	Paramo Humedo	3	13.90	2	5.08	3	8	MEDIA

Nota: El total es la parte cuantitativa y la calificación la cualitativa. En el total se realiza una sumatoria de los demás puntajes de las características.

Este mismo procedimiento se debe de hacer para los otros tres requerimientos que se definieron con anterioridad.

Disponibilidad de nutrientes:

Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Ciencias Ambientales
Administración Ambiental

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Iden	Unidad Climática	% CC	Puntaje	pH	Puntaje	% Sat Al	Puntaje	CICA	Puntaje	% Sat bases	Puntaje	Bases T	Puntaje	P ppi	Puntaje	K	Puntaje	TOTAL	CALIFICACIÓN
2	1	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
3	2	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
4	3	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
5	4	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
6	5	Paramo Humedo	16.00	1	4.60	1	0.87	3	40.00	3	0.02	1	46.87	3	7.00	1	0.28	1	14	BAJA
7	6	Frio Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
8	7	Frio Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
9	8	Templado Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
10	9	Templado Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
11	10	Templado Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
12	11	Templado Super Humedo	7.71	2	5.60	2	0.60	3	24.00	3	0.03	1	30.60	3	2.00	1	0.09	1	16	MEDIA
13	12	Templado Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
14	13	Templado Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
15	14	Frio Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
16	15	Frio Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
17	16	Frio Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
18	17	Frio Super Humedo	8.29	2	5.30	2	0.10	3	29.00	3	0.18	1	35.10	3	8.00	1	0.24	1	16	MEDIA
19	18	Frio Super Humedo	5.78	3	5.2	2	0.41	3	29.80	3	0.07	1	36.21	3	2.00	1	0.20	1	17	MEDIA
20	19	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
21	20	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA
22	21	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA
23	22	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA
24	23	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA
25	24	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
26	25	Paramo Humedo	8.29	2	4.80	1	0.88	3	21.00	3	0.03	1	27.88	3	8.00	1	0.12	1	15	BAJA
27	26	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA
28	27	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA
29	28	Paramo Humedo	8.18	2	5.10	2	0.14	3	18.00	2	0.17	1	23.14	3	8.00	1	0.18	1	15	BAJA

Resistencia a la erosión:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Iden	Pendiente	Puntaje	Cobertura	Puntaje	Estabilidad	Puntaje	Erosión	Puntaje	TOTAL	Calificación
2	1	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Cultivo Semestral	1	Estable	3	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
3	2	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Pecuario	1	Estable	3	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
4	3	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Plantación Forestal	2	Estable	3	Erosión Moderada	2	9	MEDIA
5	4	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Plantación Forestal	2	Estable	3	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
6	5	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Plantación Forestal	2	Estable	3	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
7	6	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Bosque Protector Productor	2	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	7	BAJA
8	7	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Cultivo Semestral	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	6	BAJA
9	8	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Cultivo Permanente	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	6	BAJA
10	9	Moderadamente Inclinado 7-12%	2	Cultivo Permanente	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	7	BAJA
11	10	Moderadamente Inclinado 7-12%	2	Cultivo Permanente	1	Moderadamente estable	2	Sin Erosión	3	8	MEDIA
12	11	Ligeramente Inclinado 3-7%	2	Cultivo Permanente	1	Moderadamente estable	2	Sin Erosión	3	8	MEDIA
13	12	Moderadamente Inclinado 7-12%	2	Cultivo Permanente	1	Moderadamente estable	2	Erosión Severa	2	7	BAJA
14	13	Fuertemente Inclinado 12-25%	2	Cultivo Permanente	1	Moderadamente estable	2	Sin Erosión	3	8	MEDIA
15	14	Moderadamente Inclinado 7-12%	2	Cultivo Semestral	1	Moderadamente estable	2	Sin Erosión	3	8	MEDIA
16	15	Moderadamente Inclinado 7-12%	2	Cultivo Semestral	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	7	BAJA
17	16	Moderadamente Inclinado 7-12%	2	Bosque Protector Productor	2	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
18	17	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Bosque Protector Productor	2	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
19	18	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Bosque Protector Productor	2	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	8	MEDIA
20	19	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Plantación Forestal	2	Estable	3	Erosión Moderada	2	9	MEDIA
21	20	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Bosque Protector Productor	2	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	7	BAJA
22	21	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Pecuario	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	6	BAJA
23	22	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Cultivo Semestral	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	7	BAJA
24	23	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Pecuario	1	Moderadamente estable	2	Erosión Moderada	2	7	BAJA
25	24	Ligeramente Empinado 25-50%	2	Cultivo Semestral	1	Estable	3	Sin Erosión	3	9	MEDIA
26	25	Moderadamente Empinado 50-75%	1	Cultivo Semestral	1	Estable	3	Sin Erosión	2	8	MEDIA

Capacidad de enraizamiento:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ide	PT	Puntaje	Macroporos	Puntaje	Textura	Puntaj	TOTA	CALIFICACIÓ
2	1	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
3	2	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
4	3	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
5	4	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
6	5	85.12	3.00	40.42	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
7	6	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
8	7	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
9	8	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
10	9	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
11	10	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
12	11	70.58	3.00	26.00	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
13	12	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
14	13	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
15	14	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
16	15	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
17	16	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
18	17	77.77	3.00	0.48	1.00	Franco Arenosa	2.00	6.00	MEDIA
19	18	42.13	3.00	2.07	1.00	Areno Franco	1.00	5.00	BAJA
20	19	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
21	20	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
22	21	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
23	22	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
24	23	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
25	24	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
26	25	83.57	3.00	45.21	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
27	26	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
28	27	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA
29	28	74.08	3.00	28.32	3.00	Franco Arenosa	2.00	8.00	MEDIA

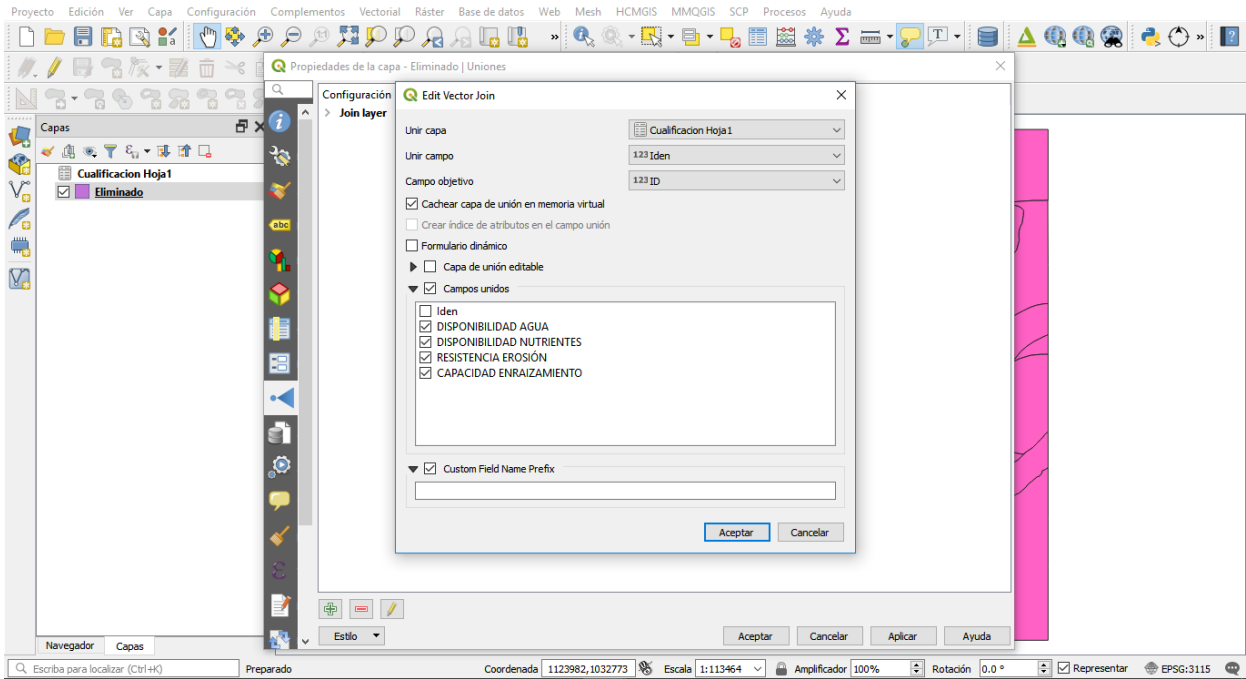
Posteriormente, se abre un nuevo libro de Excel y se pega el identificador con la calificación de cada uno de los requerimientos (se debe de renombrar la calificación para el reconocimiento de cada requerimiento).

Nota: El identificador debe de estar en orden para que no se pierda la relación con la calificación.

El resultado es el siguiente:

	A	B	C	D	E
1	Iden	DISPONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO
2	1	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
3	2	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
4	3	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
5	4	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
6	5	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
7	6	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
8	7	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
9	8	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
10	9	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
11	10	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
12	11	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
13	12	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
14	13	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
15	14	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
16	15	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
17	16	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
18	17	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
19	18	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA
20	19	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
21	20	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
22	21	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
23	22	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
24	23	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
25	24	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
26	25	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
27	26	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
28	27	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
29	28	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
30	29	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA

Ahora que se tiene la tabla con la información necesaria se le incorpora a la base de datos que se tiene georreferenciada en el software. Para esto se realiza la misma unión que se utilizó con anterioridad.



DPM	Estabilidad	arena_PCT	limo_PCT	arcilla_PCT	Textura_	DISPONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO
1	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
2	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
3	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
4	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
5	3.440416666666...	Estable	66.38360017308...	21.68974469926...	11.92665512765...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
6	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
7	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
8	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
9	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
10	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
11	2.763927083333...	Moderadament...	61.51018099547...	23.19004524886...	15.2997737565...	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
12	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
13	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
14	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
15	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
16	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
17	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA
18	2.763927083333...	Moderadament...	84	12	4	Areno_Franco	MEDIA	MEDIA	BAJA
19	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
20	2.57949375	Moderadament...	60.39169078131...	25.63042579578...	13.97788342290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA
21	2.57949375	Moderadament...	60.39169078131...	25.63042579578...	13.97788342290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA

2. Criterios de evaluación para los tipos de utilización de tierras.

Se definieron los TUT's de mejor y mayor adaptabilidad, de acuerdo a las condiciones biofísicas del medio (suelos, topografía, entre otros) (CRQ et al, 2000).

Para este caso, se definieron los siguientes tipos:

- Agrícola
- Pecuario
- Bosque Productor
- Bosque Productor Protector
- Bosque Protector

Se especifican en términos cualitativos los requerimientos para un funcionamiento eficiente de un tipo de utilización. Para este caso se definieron así:

	Descripción	Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento
Agrícola	Se refiere a cultivos de carácter permanente, anuales y semestrales, los cuales se caracterizan por las demandas en disponibilidad de nutrientes, y de agua; además, el suelo debe presentar alta resistencia a la erosión como capacidad de enraizamiento para garantizar el establecimiento de dichos TUT's	Alta	Alta	Alta	Alta
Pecuario	Tipo de actividad relacionada a la utilización de la tierra con el fin de producción de ganado, las unidades de tierra deben presentar alta resistencia a la erosión a causa del impacto potencial, disponibilidad de nutrientes para garantizar la existencia de forrajes para el manejo de técnicas de protección de suelos y aguas.	Media	Alta	Alta	Media
Bosque Productor	También denominada plantación forestal, que pretende mantener los recursos naturales, a través de la conservación de bosques naturales o artificiales, con el fin del aprovechamiento económico de los mismos.	Media	Alta	Media	Alta

Bosque Productor Protector	Actividad forestal que tiene como fin la conservación y protección de las coberturas vegetales boscosas y artificiales, donde se permite el aprovechamiento de las misma en actividades humanas poco intensivas (como la utilización de la biomasa para leña, poster y arreglos de vivienda). También se permite la producción mediante alternativas agroforestales.
Bosque Protector	Este tipo de utilización, busca conservar la biodiversidad actual, donde no es permitido la intervención humana en estos ecosistemas.

Media	Alta	Media	Media
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Posterior a la especificación de los requerimientos para cada TUT, se realiza la combinación de cada uno de los requerimientos con relación a la calificación cualitativa. Esto se hace de acuerdo a la tabla anterior, debido a que de esta se obtiene las posibles combinaciones para cada tipo de utilización de la tierra. Para el agrícola son 81 combinaciones porque 3 calificaciones (Alta, media, baja) multiplicándose cada una por 3, es igual a 81. Se define así porque se hace con base en la mayor para tomar las otras 3 (Alta). Es decir, se multiplica cada una entre si; $3 \text{ (Alta)} \times 3 \text{ (Alta)} \times 3 \text{ (Alta)} \times 3 \text{ (Alta)} = 81$. Para los otros requerimientos se realiza lo mismo en el caso de Pecuario da un total de 36, Bosque Productor 36, Bosque Productor Protector 24 y Bosque Protector 1.

Con esto se va a determinar la aptitud de la tierra para después definir la aptitud de la calificación cualitativa que se tiene en la base de datos.

La aptitud de la tierra es el grado de adaptabilidad de una unidad de tierra para un grado específico de uso. Es decir, la aptitud expresa el grado de idoneidad con el que una unidad de paisaje se ajusta a los requerimientos de un TUT específico. Se debe de confrontar las cualidades de unidades de paisaje y lo requerimientos de los TUT's. Por esta razón, se expresan los valores cualitativos y/o cuantitativos, de modo que pueda clasificarse la aptitud según las categorías adoptadas (CRQ et al, 2000).

Las aptitudes determinadas en este ejemplo se propusieron a partir del "Documento desarrollado en el marco del proceso de caracterización, evaluación y zonificación ambiental de la zona de amortiguación del parque nacional natural los nevados". (CRQ et al, 2000).

Se determinaron así:

- A1 (Altamente Apta): Tierras que no tienen limitaciones señaladas para la aplicación sostenida de un uso determinado (CRQ et al, 2000).
- A2 (Moderadamente Apta): Tierras con limitaciones que en conjunto son moderadamente graves para la aplicación sostenida de un uso determinado (CRQ et al, 2000).
- A3 (Marginalmente Apta): Tierras con limitaciones fuertes que en conjunto son graves para la aplicación sostenida de un uso determinado y reducirán la productividad o los beneficios (CRQ et al, 2000).
- Clase NA (No Apta): Tierras con limitantes tan severas que dificultan grandemente el tipo de utilización de la tierra evaluada (CRQ et al, 2000).

De acuerdo a lo anterior, las combinaciones para los TUT's del ejemplo son los siguientes:

Agrícola:

AGRÍCOLA				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Alta	Alta	Alta	Alta	A1
Alta		Alta	Media	A2
Alta		Alta	Baja	A2
Alta		Media	Alta	A2
Alta		Media	Media	A2
Alta		Media	Baja	A3
Alta		Baja	Alta	A2
Alta		Baja	Media	A3
Alta		Baja	Baja	NA
Alta	Media	Alta	Alta	A2
Alta		Alta	Media	A2
Alta		Alta	Baja	A3
Alta		Media	Alta	A2
Alta		Media	Media	A3
Alta		Media	Baja	A3
Alta		Baja	Alta	A3
Alta		Baja	Media	A3
Alta		Baja	Baja	NA
Alta	Baja	Alta	Alta	A2
Alta		Alta	Media	A2
Alta		Alta	Baja	A3
Alta		Media	Alta	A2
Alta		Media	Media	A3
Alta		Media	Baja	A3
Alta		Baja	Alta	A3
Alta		Baja	Media	A3
Alta		Baja	Baja	NA
Media	Alta	Alta	Alta	A2
Media		Alta	Media	A2
Media		Alta	Baja	A3
Media		Media	Alta	A2
Media		Media	Media	A3
Media		Media	Baja	A3
Media		Baja	Alta	A3
Media		Baja	Media	A3
Media		Baja	Baja	A3
Media	Media	Alta	Alta	A2
Media		Alta	Media	A3
Media		Alta	Baja	A3
Media		Media	Alta	A3
Media		Media	Media	A3
Media		Media	Baja	A3
Media		Baja	Alta	A3
Media		Baja	Media	A3
Media		Baja	Baja	A3

AGRÍCOLA				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Media	Media	Media	Baja	NA
Media	Media	Baja	Alta	A3
Media	Media	Baja	Media	NA
Media	Media	Baja	Baja	NA
Media	Baja	Alta	Alta	A2
Media	Baja	Alta	Media	A3
Media	Baja	Alta	Baja	A3
Media	Baja	Media	Alta	A3
Media	Baja	Media	Media	NA
Media	Baja	Media	Baja	NA
Media	Baja	Baja	Alta	NA
Media	Baja	Baja	Media	NA
Media	Baja	Baja	Baja	NA
Baja	Alta	Alta	Alta	A2
Baja	Alta	Alta	Media	A2
Baja	Alta	Alta	Baja	A3
Baja	Alta	Media	Alta	A2
Baja	Alta	Media	Media	A3
Baja	Alta	Media	Baja	A3
Baja	Alta	Baja	Alta	A3
Baja	Alta	Baja	Media	A3
Baja	Alta	Baja	Baja	NA
Baja	Media	Alta	Alta	A3
Baja	Media	Alta	Media	A3
Baja	Media	Alta	Baja	NA
Baja	Media	Media	Alta	A3
Baja	Media	Media	Media	NA
Baja	Media	Media	Baja	NA
Baja	Media	Baja	Alta	NA
Baja	Media	Baja	Media	NA
Baja	Media	Baja	Baja	NA
Baja	Baja	Alta	Alta	A3
Baja	Baja	Alta	Media	A3
Baja	Baja	Alta	Baja	NA
Baja	Baja	Media	Alta	A3
Baja	Baja	Media	Media	NA
Baja	Baja	Media	Baja	NA
Baja	Baja	Baja	Alta	NA
Baja	Baja	Baja	Media	NA
Baja	Baja	Baja	Baja	NA

Pecuario:

PECUARIO				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Media	Alta	Alta	Media	A1
Media	Alta	Alta	Baja	A2
Media	Alta	Media	Media	A2

PECUARIO				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Media	Alta	Media	Baja	A3
Media	Alta	Baja	Media	A3
Media	Alta	Baja	Baja	A3
Media	Media	Alta	Media	A2
Media	Media	Alta	Baja	A2
Media	Media	Media	Media	A2
Media	Media	Media	Baja	A3
Media	Media	Baja	Media	A3
Media	Media	Baja	Baja	A3
Media	Baja	Alta	Media	A2
Media	Baja	Alta	Baja	A3
Media	Baja	Media	Media	A3
Media	Baja	Media	Baja	NA
Media	Baja	Baja	Media	NA
Media	Baja	Baja	Baja	NA
Baja	Alta	Alta	Media	A2
Baja	Alta	Alta	Baja	A3
Baja	Alta	Media	Media	A3
Baja	Alta	Media	Baja	A3
Baja	Alta	Baja	Media	NA
Baja	Alta	Baja	Baja	NA
Baja	Media	Alta	Media	A3
Baja	Media	Alta	Baja	A3
Baja	Media	Media	Media	A3
Baja	Media	Media	Baja	NA
Baja	Media	Baja	Media	NA
Baja	Media	Baja	Baja	NA
Baja	Baja	Alta	Media	NA
Baja	Baja	Alta	Baja	NA
Baja	Baja	Media	Media	NA
Baja	Baja	Media	Baja	NA
Baja	Baja	Baja	Media	NA
Baja	Baja	Baja	Baja	NA

Bosque Productor:

BOSQUE PRODUCTOR				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Media	Alta	Media	Alta	A1
Media	Alta	Media	Media	A2
Media	Alta	Media	Baja	A3
Media	Alta	Baja	Alta	A3
Media	Alta	Baja	Media	A3
Media	Alta	Baja	Baja	NA
Media	Media	Media	Alta	A2

BOSQUE PRODUCTOR				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Media	Media	Media	Media	A3
Media	Media	Media	Baja	NA
Media	Media	Baja	Alta	A3
Media	Media	Baja	Media	NA
Media	Media	Baja	Baja	NA
Media	Baja	Media	Alta	A3
Media	Baja	Media	Media	NA
Media	Baja	Media	Baja	NA
Media	Baja	Baja	Alta	NA
Media	Baja	Baja	Media	NA
Media	Baja	Baja	Baja	NA
Baja	Alta	Media	Alta	A2
Baja	Alta	Media	Media	A3
Baja	Alta	Media	Baja	NA
Baja	Alta	Baja	Alta	A3
Baja	Alta	Baja	Media	NA
Baja	Alta	Baja	Baja	NA
Baja	Media	Media	Alta	A2
Baja	Media	Media	Media	A3
Baja	Media	Media	Baja	NA
Baja	Media	Baja	Alta	NA
Baja	Media	Baja	Media	NA
Baja	Media	Baja	Baja	NA
Baja	Baja	Media	Alta	NA
Baja	Baja	Media	Media	NA
Baja	Baja	Media	Baja	NA
Baja	Baja	Baja	Alta	NA
Baja	Baja	Baja	Media	NA
Baja	Baja	Baja	Baja	NA

Bosque Productor Protector:

BOSQUE PRODUCTOR PROTECTOR				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Media	Alta	Media	Media	A1
Media	Alta	Media	Baja	A2
Media	Alta	Baja	Media	A2
Media	Alta	Baja	Baja	A3
Media	Media	Media	Media	A2
Media	Media	Media	Baja	A2
Media	Media	Baja	Media	A2
Media	Media	Baja	Baja	A3
Media	Baja	Media	Media	A3

Media	Baja	Media	Baja	A3
Media	Baja	Baja	Media	A3
Media	Baja	Baja	Baja	NA
Baja	Alta	Media	Media	A2
Baja	Alta	Media	Baja	A3
Baja	Alta	Baja	Media	A3
Baja	Alta	Baja	Baja	NA
Baja	Media	Media	Media	A2
Baja	Media	Media	Baja	A3
Baja	Media	Baja	Media	A3
Baja	Media	Baja	Baja	NA
Baja	Baja	Media	Media	A3
Baja	Baja	Media	Baja	NA
Baja	Baja	Baja	Media	NA
Baja	Baja	Baja	Baja	NA

Bosque Protector:

BOSQUE PROTECTOR				
Disponibilidad de H2O	Disponibilidad de Nutrientes	Resistencia a la Erosión	Capacidad de Enraizamiento	Aptitud
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	A1


A partir de estas matrices, se le da la calificación de la aptitud a los TUT's, pero con la información que se obtuvo de los requerimientos de cada unidad de tierra. Esta es la que se encuentra en la base de datos que se georreferencio y se ha venido trabajando con anterioridad.

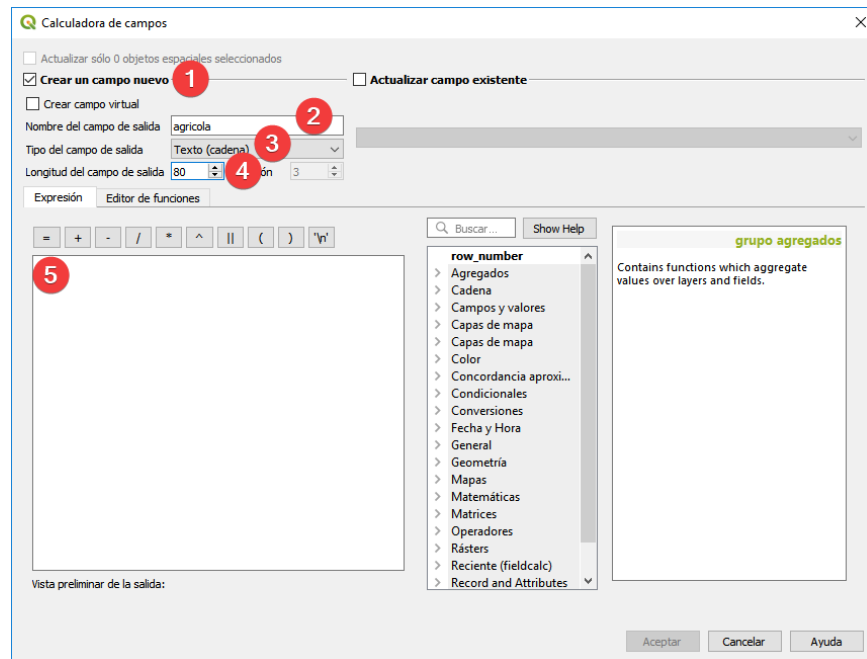
Es la siguiente:

123 fid							Actualizar todo Actualizar lo seleccionado			
	DPM	Estabilidad	arena_PCT	limo_PCT	arcilla_PCT	Textura_	DISPONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO
1	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
2	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
3	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
4	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
5	3.440416666666...	Estable	66.38360017308...	21.68974469926...	11.92665512765...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
6	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
7	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
8	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
9	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
10	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
11	2.763927083333...	Moderadament...	61.51018099547...	23.19004524886...	15.29977375565...	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
12	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
13	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
14	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
15	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA
16	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
17	3.004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
18	2.763927083333...	Moderadament...	84	12	4	Areno_Franco	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA
19	3.424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
20	2.57949375	Moderadament...	60.39169078131...	25.63042579578...	13.97788342290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA
21	2.57949375	Moderadament...	60.39169078131...	25.63042579578...	13.97788342290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA

Mostrar todos los objetos espaciales.

Para asignar cada aptitud a los TUT's se debe de tener en cuenta las combinaciones que presentaron las tablas donde están las diferentes calificaciones y su aptitud, es decir, a partir de esta se califica la que se tiene en la base de datos. Se identifica cada una de las aptitudes y se le aplica un condicional para que se puedan añadir a la tabla de atributos. Se realiza de la siguiente manera:

1. Ingresar a la calculadora de campos de la tabla de atributos 
2. Se crea un campo nuevo y siguiendo las siguientes especificaciones



1. Se selecciona crear un campo nuevo

2. Se le asigna un nombre. Para este caso es “agrícola” debido a que es el primer TUT. Así se realizará para establecer la aptitud de los demás TUT’s.

3. Se añade el tipo de campo de salida. Se indica que es de texto debido a que se pondrán las aptitudes de acuerdo a lo explicado anteriormente, en A1, A2, A3, NA.

4. Se le da la longitud del campo, en la cual se indicará la cantidad de texto que puede ir en una celda.

5. En este punto se utilizará un condicional para agregar la aptitud a cada una de las combinaciones de los requerimientos. El condicional es **CASE WHEN** condition **THEN** result **END**

El condicional se utiliza en este caso de la siguiente manera:

```
CASE
  WHEN
    "DISPONIBILIDAD AGUA" ILIKE 'MEDIA'
  AND
    "DISPONIBILIDAD NUTRIENTES " ILIKE 'BAJA'
  AND
    "RESISTENCIA EROSIÓN" ILIKE 'MEDIA'
  AND
    "CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO" ILIKE 'MEDIA'
  THEN 'NA'
END
```

Este es solo para una combinación de las que se tienen en la base de datos, es decir, que se debe de realizar para cada una de las combinaciones que se tienen. Es necesario resaltar, que para este caso es útil debido a que no son muchas las combinaciones obtenidas.

- CASE: Es el inicio de la expresión condicional.

- WHEN: Es la expresión condicional a evaluar.
- "DISPONIBILIDAD AGUA": Hace referencia a la columna en la que se debe de buscar el valor.
- ILIKE: Es similar a un igual.
- 'MEDIA': Es el valor que se encuentra en una celda específica de una columna.
- AND: Hace referencia a “Y”, pero para tomar más de un valor.
- THEN: Hacer referencia a que cuando el condicional es evaluado y es verdad, genera el resultado asignado.
- END: Es el final de la expresión condicional.

Ahora bien, para que se pueda realizar para toda la columna agrícola y que tome todos los valores de las combinaciones que se encuentran en los requerimientos, se debe de repetir el mismo condicional anteriormente descrito, pero cambiándole los valores que se encuentran en una celda específica de una columna y el resultado.

A continuación, se muestran cuáles son los que se deben de cambiar en negrita:

```
CASE
WHEN
"DISPONIBILIDAD AGUA" ILIKE 'MEDIA'
AND
"DISPONIBILIDAD NUTRIENTES " ILIKE 'BAJA'
AND
"RESISTENCIA EROSIÓN" ILIKE 'MEDIA'
AND
"CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO" ILIKE 'MEDIA'
THEN 'NA'
END
```

Recomendación: Guardar lo que se realiza en la calculadora de campos en un bloc de notas u otro lugar donde se pueda poner texto porque la calculadora de campos no lo guarda.

CASE

```

WHEN
"DISPONIBILIDAD AGUA" ILIKE 'MEDIA'
AND
"DISPONIBILIDAD NUTRIENTES " ILIKE 'BAJA'
AND
"RESISTENCIA EROSIÓN" ILIKE 'MEDIA'
AND
"CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO" ILIKE 'MEDIA'
THEN 'NA'

```

```

WHEN
"DISPONIBILIDAD AGUA" ILIKE 'MEDIA'
AND
"DISPONIBILIDAD NUTRIENTES " ILIKE 'BAJA'
AND
"RESISTENCIA EROSIÓN" ILIKE 'BAJA'
AND
"CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO" ILIKE 'MEDIA'
THEN 'NA'

```

```

WHEN
"DISPONIBILIDAD AGUA" ILIKE 'MEDIA'
AND
"DISPONIBILIDAD NUTRIENTES " ILIKE 'MEDIA'
AND
"RESISTENCIA EROSIÓN" ILIKE 'MEDIA'
AND

```

Calculadora de campos

☐ Actualizar sólo 0 objetos espaciales seleccionados

☒ Crear un campo nuevo ☐ Actualizar campo existente

☐ Crear campo virtual

Nombre del campo de salida:

Tipo del campo de salida:

Longitud del campo de salida: Precisión:

Expresión Editor de funciones

Buscar... Show Help

row_number

- > Agregados
- > Cadena
- > Campos y valores
- > Capas de mapa
- > Capas de mapa
- > Color
- > Concordancia aproxi...
- > Condicionales
 - CASE
 - coalesce
 - if
 - nullif
 - regexp_match
 - try
- > Conversiones
- > Fecha y Hora
- > General
- > Geometría
- > Mapas

expresión CASE

```

CASE
WHEN condition THEN result
[ ...n ]
[ ELSE result ]
END

```

[] marks optional components

Arguments

WHEN condition - The condition expression to evaluate.

THEN result - If condition evaluates to True then result is evaluated and returned.

ELSE result - If none of the above conditions evaluated to True then result is evaluated and returned.

Vista preliminar de la salida: 'NA'

Aceptar Cancelar Ayuda

Resultado:

Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Ciencias Ambientales
Administración Ambiental

	DPM	Estabilidad	arena_PCT	limo_PCT	arcilla_PCT	Textura_	DISPONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO	agricola
1	424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA
2	424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA
3	424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA
4	424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA
5	44041666666...	Estable	66.38360017308...	21.68974469926...	11.92665512765...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA
6	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA
7	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA
8	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA
9	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA
10	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3
11	763927083333...	Moderadament...	61.51018099547...	23.19004524886...	15.29977375565...	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3
12	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA
13	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3
14	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3
15	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA
16	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3
17	004454166666...	Moderadament...	72.04018048990...	15.57799742157...	12.381822088526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3
18	763927083333...	Moderadament...	84	12	4	Areno_Franco	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA
19	424939583333...	Estable	57.07150368033...	28.70662460567...	14.22187171398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA
20	2.57949375	Moderadament...	60.39169078131...	25.63042579578...	13.97788342290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA
21	2.57949375	Moderadament...	60.39169078131...	25.63042579578...	13.97788342290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA

Este mismo procedimiento se hace para los demás TUT's.

'CT	Textura_	DISPONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO	agricola	pecuario	bosque productor	bosque producto protec	bosque protector
1	1398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1
2	1398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1
3	1398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1
4	1398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1
5	2765...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1
6	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
7	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
8	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
9	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
10	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1
11	5565...	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1
12	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
13	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1
14	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1
15	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
16	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1
17	388526	Franco_Arenosa	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1
18	4	Areno_Franco	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1
19	1398...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1
20	2290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	NA	NA	NA	A3	A1
21	2290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	NA	NA	NA	A3	A1
22	2290...	Franco_Arenosa	MEDIA	BAJA	BAJA	NA	NA	NA	A3	A1

De acuerdo a lo anterior, para la determinación de la aptitud de los tipos de utilización, se toma en cuenta de los diferentes TUT's, cual es el que presenta mayor aptitud cumpliendo todos los requerimientos exigidos, correspondiendo a un grado de aptitud A1 (Altamente Apto). La aptitud de uso que se seleccionó para las diferentes unidades de tierra de acuerdo a que su aptitud es A1, es bosque protector.

A continuación, se muestra como se le asigna la columna de la aptitud de uso a la base de datos.

1. Se habilita la edición

2. Se crea una columna con el nombre "Aptitud de Uso"

3. Se busca el nombre "Aptitud de uso" en la fila que se genera debajo de la barra de herramientas.

abc aptitud uso

4. Se escribe entre comillas sencillas el nombre del TUT que dio con una aptitud Altamente Apta; para este caso Bosque Protector. Cabe resaltar que esto se realiza con rango de aptitud, pero en este caso dio directamente en bosque porque no se presentó otro TUT con aptitud altamente apta.

abc aptitud uso = ϵ 'Bosque protector'

Actualizar todo


Resultado:

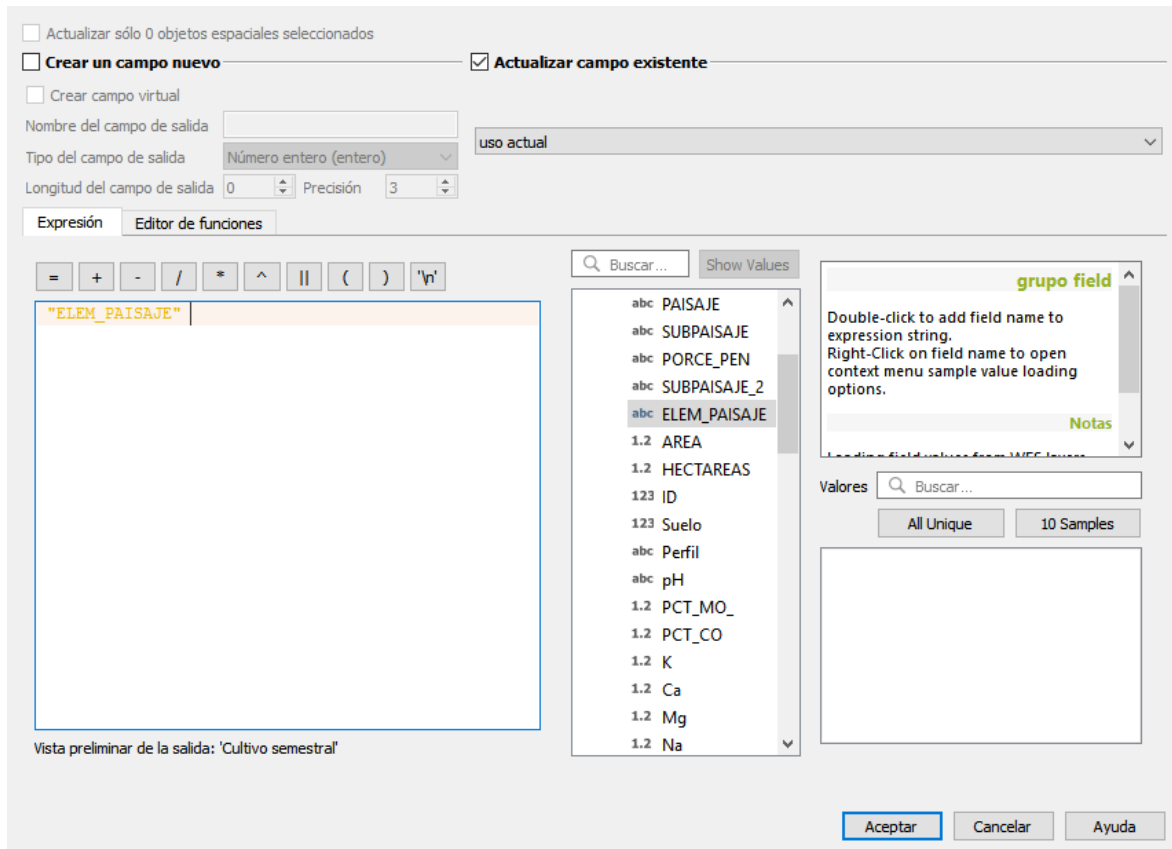
abc aptitud uso = ϵ 'Bosque protector'											Actualizar todo	Actualizar lo seleccionado
		DISPONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO	agricola	pecuario	bosque productor	que producto pro	bosque protector	aptitud uso	
1	co	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	
2	co	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	
3	co	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	
4	co	MEDIA	MEDIA	BAJA	BAJA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	
5	co	MEDIA	MEDIA	BAJA	BAJA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	
6		MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	
7		BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	A3	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	
8		BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
9	illosa	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	
10	illosa	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	
11	illosa	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	
12	illosa	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	
13	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
14	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
15	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
16	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
17	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
18	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
19	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
20	illosa	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	
21	nosa	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	

Mostrar todos los objetos espaciales.

Ahora, se debe de agregar una columna con el uso actual, esta es la misma que elementos del paisaje (descrita anteriormente).

Para esto se hace lo siguiente:

1. Se crea un campo con el nombre de “uso actual”.
2. Se ingresa a la calculadora de campos 
3. Se da click en actualizar campo.
4. Se busca el campo que se creo “uso actual”
5. Se ingresa a campos y valores. Se busca ELEM_PAISAJE y se le da doble click para que aparezca en la ventana de escritura.



Actualizar sólo 0 objetos espaciales seleccionados

☐ Crear un campo nuevo ☒ Actualizar campo existente

☐ Crear campo virtual

Nombre del campo de salida:

Tipo del campo de salida: Número entero (entero)

Longitud del campo de salida: 0 Precisión: 3

Expresión Editor de funciones

="ELEM_PAISAJE"

Vista preliminar de la salida: 'Cultivo semestral'

Buscar... Show Values

grupo field

Double-click to add field name to expression string.
Right-Click on field name to open context menu sample value loading options.

Notas

Leading field values from WFS layer

Valores: Buscar...

All Unique 10 Samples

Aceptar Cancelar Ayuda

Resultado:

abc aptitud uso										Actualizar todo	Actualizar lo seleccionado
ONIBILIDAD AGUA	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO	agricola	pecuario	bosque productor	que producto prc	bosque protector	aptitud uso	uso actual	
1	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
2	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	
3	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	
4	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	
5	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	
6	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	
7	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	
8	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	
9	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
10	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	
11	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	
12	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
13	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	
14	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	
15	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	
16	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
17	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
18	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
19	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
20	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	
21	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	

Mostrar todos los objetos espaciales.

D. Uso potencial. En este se definen las condiciones ambientales que se pueden presentar en determinadas zonas. Este uso se selecciona a partir de la unidad climática debido a que permite un acercamiento a qué tipo de uso se puede llevar a cabo.

A continuación, se presenta una tabla con la justificación del porque se eligieron los usos potenciales.

Unidad Climática	Erosión	Uso Actual	Uso Potencial	Justificación
Páramo Húmedo			Conservación	Los bosques son soporte de la biodiversidad y son un soporte estratégico para la nación. De acuerdo con el artículo 1 del proyecto de ley 106 de 2015, tiene con objeto establecer los ecosistemas de paramos, como áreas protegidas de conservación estratégica e identificar y procesar las acciones tendientes a garantizar las condiciones para la preservación, conservación y regulación de los complejos de paramos en Colombia. Además, se deben de llevar a cabo actividades en forma sostenible y debe ser compatibles con los objetivos de preservación, para lo cual se debe proponer alianzas estratégicas con la población, para el mejoramiento de las condiciones de la vida humana y de los ecosistemas.
Frio Súper Húmedo	Moderada		Bosque Protector	
	Sin erosión		Bosque Protector Productor	De acuerdo al artículo 213 del decreto 2811 del 1974, los aprovechamientos forestales persistentes tienen como fin conservar el rendimiento normal del bosque con técnicas silvícolas que permitan la renovación del recurso. Considerando el artículo 219 del decreto 2811 del 1974, en los Bosque Protector Productor, es permitido el aprovechamiento forestal por el sistema de aserrío en baja escala y con fines comerciales, por comunidades locales, cuya única fuente de subsistencia sea el bosque, será permitido y se deberá solicitar permiso otorgado directamente.
Templado Súper Húmedo	Moderada			
	Sin erosión		Silvopastoril	

Unidad Climática	Erosión	Uso Actual	Uso Potencial	Justificación
Templado Semi Húmedo				El artículo 179 del decreto 2811 del 1974 estipula que el aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en función de mantener su integridad física y por lo tanto de su capacidad productora (Función), para esto se deben aplicar manejos adecuados para evitar su pérdida o degradación, logrando su recuperación y asegurando su conservación. Además, el artículo 180 del mismo decreto, proclama que es deber de los habitantes colaborar con las autoridades en la conservación y el manejo adecuado de los suelos.
Cálido Seco	Moderada-Leve-Sin erosión	Agrícola	Bosque Productor	El OT, debe asumir la perspectiva que ya existe, de un orden social, económico, político e histórico. Que ha llevado a formas concretas de apropiación del territorio, de igual forma el OT debe contemplar el conocimiento técnico, el cual facilita la toma decisiones, a través de herramienta que ayudan a cuestionar y evidenciar problemáticas existentes. Por otra parte, el artículo 69 del decreto 2811 del 1974, proclama que debe existir una conservación y mejoramiento de cuencas hidrográficas, con el de mantener los servicios eco sistémicos como: el aprovechamiento del agua.
		Pecuario	Silvopastoril	El artículo 179 del decreto 2811 del 1974 estipula que el aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en función de mantener su integridad física y por lo tanto de su capacidad productora (Función), para esto se deben aplicar manejos adecuados para evitar su pérdida o degradación, logrando su recuperación y asegurando su conservación. Además, el artículo 180 del mismo decreto, proclama que es deber de los habitantes colaborar con las autoridades en la conservación y el manejo adecuado de los suelos.
	Severa		Recuperación	En el numeral a, del artículo 180 de la resolución 0170/2009, dice que se debe velar por la conservación de los suelos para prevenir y controlar entre otros fenómenos los de erosión, degradación y salinización.
Nota: Si no se encuentra en la clasificación anterior, se definirá con la mayor aptitud del TUT'S				

A partir de esta tabla se definieron los usos potenciales para cada uno de los usos actuales. Este se hizo de una forma manual, es decir, se crea una columna en la base de datos y luego se asigna el uso potencial para cada uno de los usos actuales.

El resultado es el siguiente:

	DISPONIBILIDAD NUTRIENTES	RESISTENCIA EROSIÓN	CAPACIDAD ENRAIZAMIENTO	agricola	pecuario	bosque productor	que producto prc	bosque protector	aptitud uso	uso actual	Uso Potencial
1	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación
2	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación
3	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Conservación
4	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación
5	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación
6	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protector
7	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Bosque Protector
8	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protect...
9	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protect...
10	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Silvopastoril
11	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Silvopastoril
12	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Recuperación
13	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Silvopastoril
14	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protect...
15	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Bosque Protector
16	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protector
17	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protector
18	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protector
19	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación
20	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación
21	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación
22	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Bosque protect...	Conservación

A partir de esto, se genera una matriz para confrontar el uso actual y el uso potencial, es decir, se determinan los conflictos de uso.

“La contrastación entre el uso actual y el uso potencial de la tierra, permite observar los conflictos de uso derivados de una sobreutilización o subutilización de las distintas unidades de tierra y los sistemas productivos asociados a ellas. Este elemento es clave en la definición de posteriores propuestas de medidas correctivas, que es uno de los propósitos de la ordenación territorial” (CRQ et al, 2000).

Para la evaluación de los conflictos se utilizó la siguiente matriz:

	Uso Potencial	Agrícola	Silvopastoril	Cultivo permanente	Cultivo Semestral	Plantación Forestal	Pecuario	B productor	B prot-prod	B protector	Conservación	Recuperación
Uso Actual		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Agrícola	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
Silvopastoril	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
Cultivo permanente	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
Cultivo semestral	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7
Plantación Forestal	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6
Pecuario	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
B productor	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4
B prot.prod	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
B protector	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2
Conservación	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1
Recuperación	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Tipo de Conflicto	Sin Conflicto	Subutilización		Sobreutilización	
	0	Leve subu	1.0 , 2.0 , 3.0	Leve	-1.0 , -2.0, -3.0
		Moderada	4.0 , 5.0, 6.0, 7.0	Moderada	-4.0, -5.0, -6.0, -7.0
		Severa	8.0 , 9.0, 10.0, 11.0	Severa	-8.0, -9.0, -10.0, -11.0

A partir de esta matriz se le asignan los valores entre negativos y positivos a cada uno de los usos actuales y potenciales. Se clasifica cada uso actual con el uso potencial manualmente de acuerdo al cruce que se presenta en la matriz. Esto definirá si es subutilizado o sobreutilizado. Se evidencia de la siguiente manera:

		PONIBILIDAD AG	NIBILIDAD NUTRI	SISTENCIA EROSI	IDAD ENRAIZAM	agricola	pecuario	bosque productor	que producto pro	bosque protector	aptitud uso	uso actual	Uso Potencial	Valor conflicto
1	a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación	-6
2	a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación	-4
3	a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Conservación	-5
4	a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación	-5
5	a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación	-5
6	a	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protector	-1
7	a	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Bosque Protector	-5
8	a	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protect...	-5
9	a	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protect...	-5
10	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Silvopastoril	1
11	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Silvopastoril	1
12	a	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Recuperación	-8
13	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Silvopastoril	1
14	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protect...	-4
15	a	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Bosque Protector	-5
16	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protector	-1
17	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protector	-1
18	a	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protector	-1
19	a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación	-5
20	a	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación	-2
21	a	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación	-4
22	a	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Bosque protect...	Conservación	-6

Para asignarle la categoría de sobreutilizado o subutilizado se realiza con el condicional CASE, similar al caso anterior.

CASE

```

WHEN "Valor conflicto" = '-8' THEN 'Sobreutilizacion Severa'
WHEN "Valor conflicto" = '-7' THEN 'Sobreutilizacion Moderada'
WHEN "Valor conflicto" = '-6' THEN 'Sobreutilizacion Moderada'
WHEN "Valor conflicto" = '-5' THEN 'Sobreutilizacion Moderada'
WHEN "Valor conflicto" = '-4' THEN 'Sobreutilizacion Moderada'
WHEN "Valor conflicto" = '-2' THEN 'Sobreutilizacion Leve'
WHEN "Valor conflicto" = '-1' THEN 'Sobreutilizacion Leve'
WHEN "Valor conflicto" = '0' THEN 'Sin conflicto'
WHEN "Valor conflicto" = '1' THEN 'Subutilizacion Leve'
WHEN "Valor conflicto" = '4' THEN 'Subutilizacion Moderada'
END

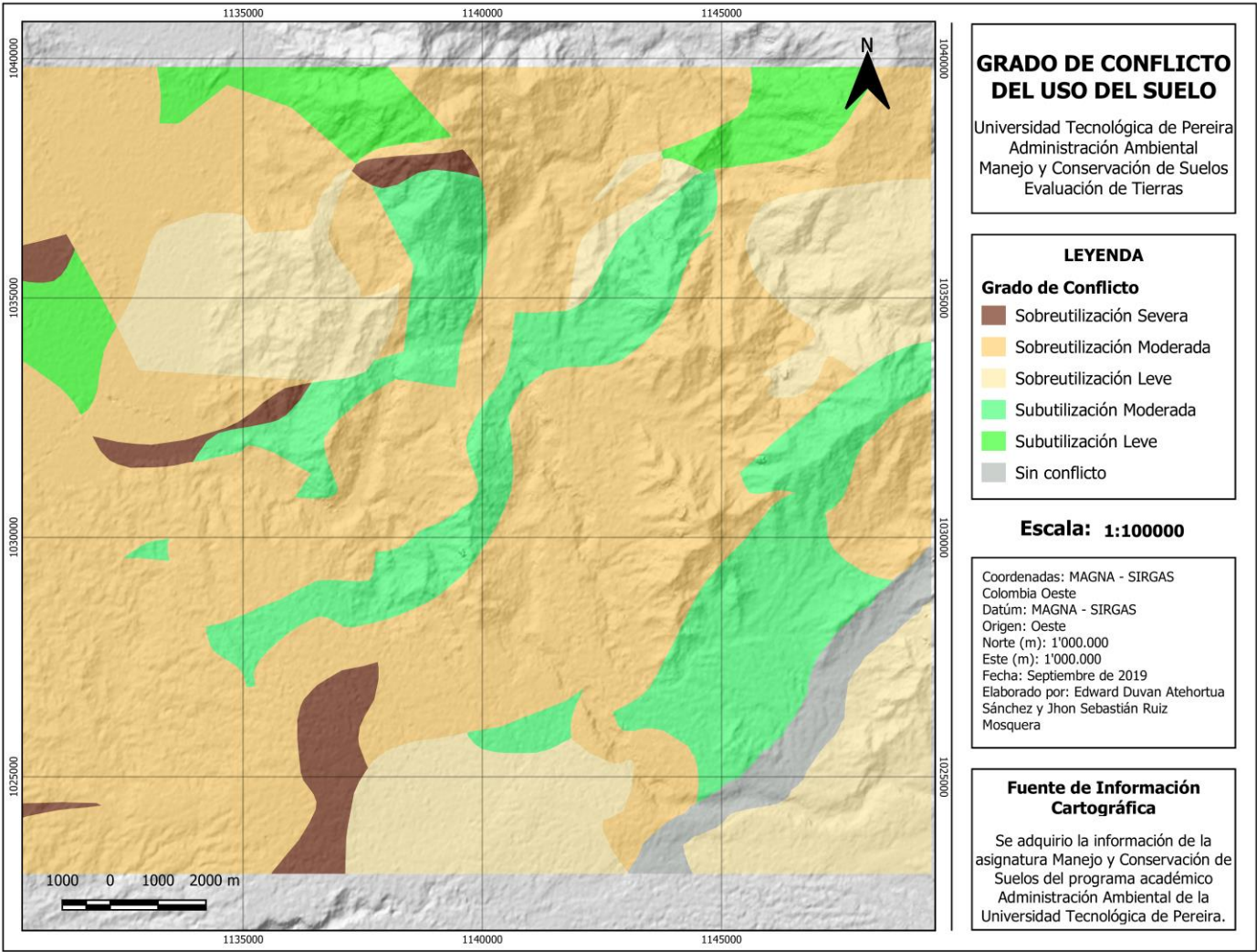
```

Resultado:

	DAD NUTRIII	SISTENCIA EROSIK	IDAD ENRAIZAM	agricola	pecuario	bosque productor	que producto prc	bosque protector	aptitud uso	uso actual	Uso Potencial	grado conflicto	Valor conflicto
1		MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Silvopastoril	Subutilizacion Leve	1
2		MEDIA	MEDIA	A3	A2	A3	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Silvopastoril	Subutilizacion Leve	1
3		BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protect...	Sobreutilizacion Moderada	-5
4		BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Bosque Protect...	Sobreutilizacion Moderada	-5
5		BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protector	Sobreutilizacion Leve	-1
6		BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Bosque Protector	Sobreutilizacion Moderada	-5
7		MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación	Sobreutilizacion Moderada	-5
8		MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación	Sobreutilizacion Moderada	-5
9		MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Pecuario	Conservación	Sobreutilizacion Moderada	-4
10		MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Plantacion fore...	Conservación	Sobreutilizacion Moderada	-5
11		MEDIA	MEDIA	NA	A3	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Conservación	Sobreutilizacion Moderada	-6
12		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Pecuario	Bosque Protector	Sin conflicto	0
13		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Pecuario	Recuperación	Sobreutilizacion Leve	-2
14		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Pecuario	Silvopastoril	Subutilizacion Moderada	4
15		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Bosque protector	Bosque Protector	Sin conflicto	0
16		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Bosque protector	Recuperación	Sobreutilizacion Moderada	-5
17		MEDIA	ALTA	A3	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo perman...	Silvopastoril	Subutilizacion Moderada	4
18		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Pecuario	Recuperación	Sobreutilizacion Moderada	-7
19		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	NA	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Recuperación	Sobreutilizacion Leve	-2
20		BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo perman...	Recuperación	Sobreutilizacion Moderada	-5
21		BAJA	MEDIA	NA	NA	NA	A3	A1	Bosque protector	Cultivo perman...	Recuperación	Sobreutilizacion Moderada	-5
22		BAJA	MEDIA	NA	A3	NA	A2	A1	Bosque protector	Cultivo semestral	Silvopastoril	Subutilizacion Moderada	4

A partir de esta información se pueden generar propuestas de medidas correctivas, como se había mencionado anteriormente. El resultado puede ser un mapa de conflictos de uso del suelo, uso sugerido, uso actual, entre otros.

A manera de ilustración se muestra un mapa de conflictos de uso del suelo.



BIBLIOGRAFÍA

Correa, J. (2018). Análisis Multitemporal de Coberturas y Usos del Suelo: Transformaciones Ambientales a través del Tiempo en Armenia, Quindío. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

CRQ et al. (2000). Documento Desarrollado en el Marco del Proceso de Caracterización, Evaluación y Zonificación Ambiental de la Zona de Amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados.

Equipo de desarrollo QGIS. (2014). Guía de Usuario de QGIS. Documentación de QGIS 2.14. Recuperado de https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/user_manual/preamble/preamble.html

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGA) (2004). Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como Datum oficial de Colombia. Recuperado de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/aspectos_practicos.pdf

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2013). Evaluación de Tierras para la Zonificación con fines Agropecuarios. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.

CAPITULO 5.

ESCENARIO DE RIESGO DE DESASTRE DEL BARRIO CENTRAL, PEREIRA (RISARALDA).

FUNDAMENTO TEÓRICO

“La importancia de elaborar mapas de Zonificación de Escenarios de Riesgos de Desastres, se debe a que estos representan de forma gráfica las posibles áreas donde se pueden presentarse diferentes niveles de pérdidas y daños, que afectarían un territorio determinado, la población, la economía y sus medios de vida, por la ocurrencia de un fenómeno natural o antrópico.” (Burgos & Reina, 2015).

En este sentido, la presente investigación aporta elementos metodológicos y técnicos que contribuyen a el mejoramiento en el conocimiento de los factores generadores de condiciones de riesgo de desastres con el fin de proporcionar insumos a los planes locales, regionales y nacionales de gestión del riesgo de desastres.

Teniendo en cuenta lo anterior, se describen los componentes que se deben tener en cuenta para la elaboración de mapas de *Zonificación de Escenarios de Riesgos de Desastres*:

1. Determinar la escala de trabajo

De acuerdo con el Decreto 1807 del 2014, el cual establece que la presentación de estudios básicos para la inclusión de la gestión del riesgo dentro de los planes de ordenamiento territorial, la escala de trabajo de los estudios básicos es de 1:25.000 para zonas rurales y 1:5000 para zona urbana. La escala de trabajo planteada en este ejemplo es de 1:5000, debido a que la Zonificación de Riesgo de Desastre se realizó a nivel de un barrio.

2. Escala Temporal

El periodo de estudio del presente trabajo fue en el año 2019. Durante ese año se identificaron las amenazas de origen natural, socio-natural y la vulnerabilidad que presenta la población frente a la ocurrencia de un evento, que pueda representar posibles pérdidas para la población y sus medios de vida.

3. Definición del sistema de coordenadas

La cartografía se elaboró teniendo en cuenta el sistema de coordenadas planas vigentes para Colombia, MAGNA-SIRGAS, según el Decreto No. 2113/1992 y 208/2004; se adoptó el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (MAGNA), teniendo en cuenta el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), (IGA, 2004).

Información del sistema de coordenadas

Sistema de proyección: Transversa Mercator

- Esferoide: GRS 1980
- Datum: MAGNA-SIRGAS
- Factor de Escala: 1.0
- Longitud del meridiano central: -74°04'39.028500 W
- Latitud de origen de la proyección: 4°35'46.321500 N
- Falso este: 1000000
- Falso norte: 1000000

Acerca de los datos utilizados

Los datos utilizados en el presente ejemplo, se encuentra definidos en el formato GeoPackage (GPKG). *“El GeoPackage es un formato de archivo universal construido sobre la base de SQLite, para compartir y transferir datos espaciales vectoriales y ráster, es por tanto la alternativa a formatos ráster como el GeoTIFF y vectoriales como por ejemplo los archivos Shapefile.”* (Morales, 2019). Es decir, los archivos GPKG son la versión más moderna para el almacenamiento y procesamiento de datos espaciales, algunas de las ventajas de utilizar este tipo de archivo son:

- a) Es un formato compacto, abierto, basado en estándares de la OGC (Open Geospatial Consortium o Consorcio Geoespacial Abierto) e independiente de plataforma o aplicaciones. (Morales, 2019).
- b) Se trata de un único archivo. **gpkg**, por lo que es ideal para transferir información geoespacial. (Morales, 2019).
- c) GeoPackage destaca por su flexibilidad y se puede utilizar de muchas maneras, por lo que puede reemplazar al formato Shapefile. GeoPackage, a diferencia de un Shapefile, se ha diseñado para almacenar datos complejos y voluminosos (hasta 140 TB). Además, los atributos de las geometrías pueden contener nombres muy largos, (Morales, 2019).

METODOLOGÍA

Para desarrollar el presente trabajo de investigación, la metodología se fundamentó en la evaluación de cada uno de los componentes del riesgo, es decir, la amenaza y la vulnerabilidad, a través de una metodología paramétrica, con enfoque espacial apoyada en sistemas de información geográfica. Aproximación metodológica que se basa en la ponderación y calificación secuencial de los diversos factores generadores de amenaza y vulnerabilidad, para así llegar a la identificación del riesgo. (Burgos & Reina, 2015).

En ese orden de ideas, el presente ejemplo se evalúa las amenazas naturales y socio-naturales, por fenómenos de remoción en masa (FRM), que mayor incidencia tienen sobre el Barrio Central de la Comuna Boston del Municipio de Pereira, Risaralda. Para realizar la zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa en el Barrio Central, se adaptó la metodología Mora & Vahrson, debido a el tipo y calidad de datos disponibles.

Esta metodología fue desarrollada en Costa Rica por Sergio Mora y Wilhelm-Guenther Varhson en el año 1991 con el propósito de clasificar la amenaza por deslizamientos en determinada zona o región utilizando indicadores morfo dinámicos del terreno. La información se basa en la interacción de los llamados factores de susceptibilidad (pendientes, geología, geomorfología, cobertura vegetal y usos de suelo) y los factores detonantes (actividad sísmica, precipitación), (Burgos & Reina, 2015). A nivel general, se puede expresar a través de la siguiente relación matemática:

Ecuación 1

$$H = SUSC \times DET$$

Donde:

H: Amenaza

SUSC: Producto entre los elementos intrínsecos (Factores de Susceptibilidad)

DET: Sumatoria entre los elementos extrínsecos (Factores detonantes)

La combinación de los elementos intrínsecos, que incluye geología (Sg), la geomorfología en específico pendientes (Sr), coberturas vegetales y uso del suelo (Sc), adicionalmente, la sismicidad (Ds) y la intensidad de la precipitación (Dp) son incorporados como factores detonantes o factores externos, (Burgos & Reina, 2015). De tal forma que la combinación de estos factores da como resultado que la ecuación 1 se pueda expresar como sigue:

Ecuación 2:

$$H = (Sg \times Sr \times Sc) * (Ds + Dp)$$

VULNERABILIDAD

Para el presente trabajo se definió la vulnerabilidad como el potencial de pérdidas y daños que puede afectar a una población, a su economía y a sus medios de vida. En ese sentido, para determinar la vulnerabilidad de la zona de estudio se identificaron los factores físicos, económicos y sociales que pueden ser afectados por un evento de origen natural o antrópico, en este caso en particular por Fenómenos de Remoción en Masa (FRM). A continuación se describen los factores analizados para determinar la vulnerabilidad de la zona de estudio.

Vulnerabilidad Física

“Son las condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano y sus elementos de ser afectados por estar en el área de influencia de los fenómenos amenazantes y por su fragilidad física ante los mismos.” (Burgos & Reina, 2015). Para efectos del presente trabajo investigativo, se evaluó la vulnerabilidad física por infraestructura.

Vulnerabilidad por infraestructura (VI)

“Los posibles peligros para instalaciones, edificaciones e infraestructuras que influyen en la mayor o menor gravedad potencial que puede alcanzar un fenómeno amenazante de origen natural (inundaciones, fenómenos de remoción en masa e incendios), se interpretan a través de la presencia o no de determinados elementos tales como vías, zonas de recreación, viviendas, entre otras.” (Burgos & Reina, 2015).

Vulnerabilidad Social

Según Pizarro, (2001). “El concepto de vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos. Por una parte, la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento económicosocial de carácter traumático. Por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento.”

Vulnerabilidad por estratificación (VE)

Se utilizó el parámetro de estratificación con el fin de identificar zona homogéneas de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas. Para posteriormente, evaluar su vulnerabilidad ante un posible FRM.

Vulnerabilidad Institucional

Para efectos del presente trabajo, se definió la vulnerabilidad Institucional como la debilidad en la capacidad de gestión que tiene el Estado para prevenir, evitar, mitigar y compensar los posibles efectos causados por un evento de origen natural o antropogénico.

Zonificación de vulnerabilidades

Para el cálculo de la zonificación de vulnerabilidades se empleó la siguiente ecuación matemática.

Ecuación 3

$$V = 0.34(VFI) + 0.33(VSE) + 0.33(VI)$$

Donde

V= Vulnerabilidad

VFI= Vulnerabilidad física por infraestructura

VSE= Vulnerabilidad social por estratificación

VI= Vulnerabilidad institucional

ESCENARIO DE RIESGO DE DESASTRE

Según Vázquez, (2018). Los escenario de Riesgo de desastre se define “como el potencial de pérdidas y daños hacia el futuro, asociado con la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, antrópico o combinado sobre una población con condiciones particulares de vulnerabilidad, en un lugar determinado, en un momento determinado, bajo contextos biofísicos y socioeconómicos particulares”.

En ese sentido, para calcular el riesgo de desastre por Fenómeno de Remoción en Masa, en el Barrio Central se emplea la siguiente ecuación.

Ecuación 4

$$R = A * V$$

Donde:

R= Riesgo

A= Amenaza

V= Vulnerabilidad

PROCEDIMIENTO

Teniendo en cuenta la metodología planteada para desarrollar el trabajo investigativo, primero se evaluaron los factores generadores de **AMENAZA**, es decir, **Factores de Susceptibilidad** (Geología (Sg), Geomorfología en específico Pendientes (Sr), Coberturas Vegetales y Uso del Suelo (Sc)), posteriormente se determinan los **Factores Detonantes o Factores Externos** (Sismicidad (Ds) y la intensidad de la Precipitación (Dp)) y finalmente se evaluó la **VULNERABILIDAD**.

1. Delimitar la zona de estudio del Barrio Central

1.1 Cargar la capa OpenStreetMap (OSM) a QGIS

Para ello, ingresar a QGIS y luego al **Panel Navegador**, dentro del panel navegador ubicamos la pestaña **XYZ Tiles**, dar clic sobre esta pestaña y cargar la capa **OpenStreetMap (OSM)**, (ver figura 1).

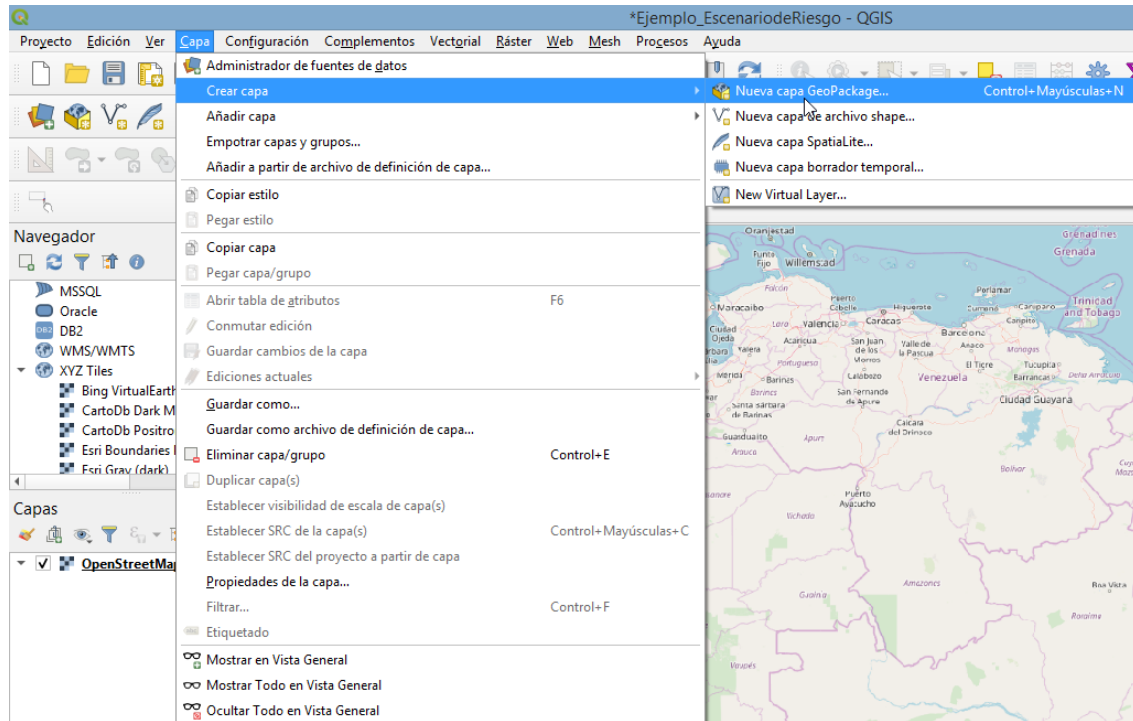
Figura 1: Capa OpenStreetMap (OSM) en QGIS



1.2 Crear la capa GeoPackage

Crear una capa Geopackage (gpkg) es similar a crear una capa Shapefile (shp). Para ello se ingresa a la **Barra de Herramienta Menús**, clic en la pestaña **Capa** y luego dar clic en **Crear capa** y clic en **Nueva Capa GeoPackage**, (ver figura 2).

Figura 2: Crear una Capa Geopackage en QGIS



Una vez hecho el procedimiento anterior, se ingresa al cuadro de dialogo que permite establecer propiedades a la capa gpkg.

Las propiedades para definir la capa son: **A)** Nombre de la tabla= Area, **B)** Tipo de Geometría= Polígono, **C)** SRC= WGS 84, **D)** se crean dos campos de datos: Nombre (tipo texto) y Area (número real), (ver figura 3).

Figura 3: Cuadro de dialogo capa Geopackage

Base de datos ...

Nombre de la tabla

Tipo de geometría Polígono

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

EPSG:4326 - WGS 84

Nuevo campo

Nombre

Tipo

Longitud máxima

Lista de campos

Nombre	Tipo	Longitud
Nombre	text	
Area	real	

Opciones avanzadas

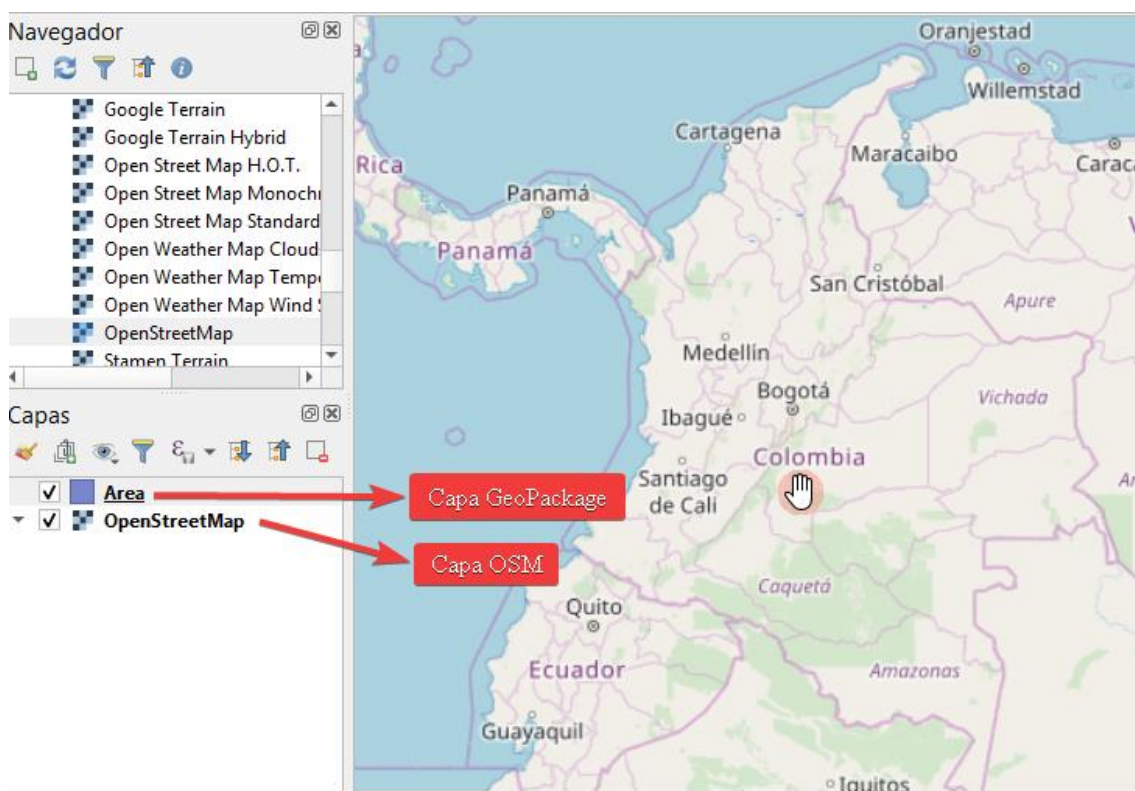
Nota: Es importante que la ruta donde se guarde el Proyecto sea la más corta posible, debido a que rutas muy largas generan demoras a la hora de procesar los archivos el programa. Ejemplo de una ruta corta: (D:\Ejercicio1); esta ruta nos indica que el Proyecto se almacenó en el disco local D y que la carpeta donde se encuentra es Ejercicio1. Por otra parte, el nombre con el cual se guarde el Proyecto en QGIS o alguno de sus elementos, no

debe tener caracteres como por ejemplo: comas, tildes, guiones medios, signos de expresión, ningún otro tipo de carácter, además, el nombre no puede tener espacios entre las palabras.

Ejemplo de cómo guardar correctamente un Proyecto en QGIS:

- Mapa1_Risaralda
- MapadeRisaralda

Figura 4: Carga Geopackage



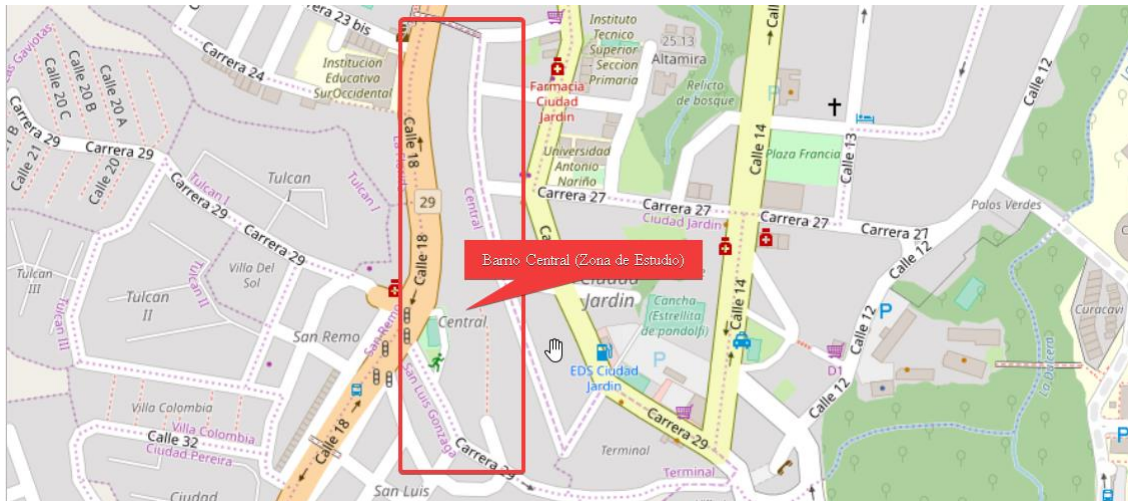
1.3 Digitalización de la Zona de Estudio

Localización

Para la digitalización de la zona de estudio, primero se ubica en el lienzo del mapa el área de estudio donde se realizará el trabajo investigativo, para ello se hace uso del mapa base de OSM.

La zona de estudio donde se realiza el presente ejemplo, se encuentra ubicada en el Departamento de Risaralda, en el municipio de Pereira, en la comuna Boston, en el Barrio Central (ver figura 4).

Figura 5: Localización del Barrio Central



Crear polígono del área de estudio

Una vez ubicada la zona de estudio, se crea el polígono del **Barrio Central**, (ver figura 5).

Figura 6: Digitalización Barrio Central



2. Determinar Factores de Susceptibilidad

A) Geología (SG)

La geología es un factor muy importante a la hora de evaluar amenazas de remoción en masa ante fenómenos geológicos, debido a que las estructuras tectónicas y controles estructurales se asocian en muchos casos a zonas de alta inestabilidad en las laderas, (Burgos & Reina, 2015).

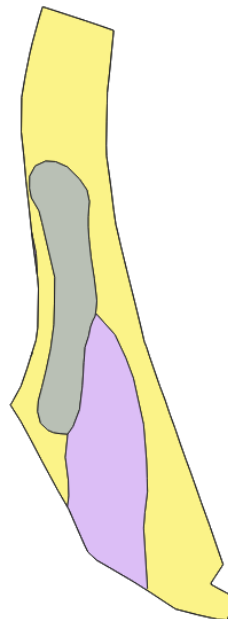
Para evaluar la amenaza de remoción en masa ante fenómenos geológicos, se tomó como base el Diagnóstico de Riesgos Ambientales del municipio de Pereira, Risaralda elaborado por la CARDER, s.f. Además, se le solicitó a la CARDER el mapa de formaciones superficiales en formato PDF y SHP.

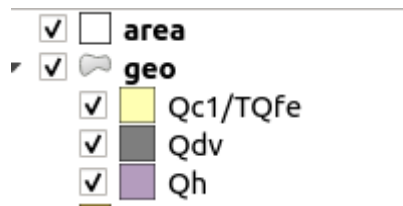
Teniendo en cuenta la anterior, se clasificó la información y se determinaron las formaciones superficiales presentes en la zona de estudio. Es importante aclarar, que el mapa de formaciones superficiales fue elaborado para una escala semidetallada 1:25.000 por ende, la utilización de esta información en una escala detallada como la del presente estudio (1:3500) se perderá datos geográficos debido a las diferencias entre las unidades mínimas de mapeo de cada escala de trabajo.

Procedimiento para elaboración del mapa de susceptibilidad a FRM por tipo de formación superficial.

1. Cargar la capa geo.gpkg

Figura 7: Capa de formaciones superficiales del Barrio Central.





2. Clasificación de las formaciones superficiales

Para la clasificación de la formaciones superficiales se consultó a un geólogo experto en Gestión de Riesgo de Desastre con el fin de evaluar cada una de las formaciones superficiales de acuerdo a la susceptibilidad que presenta ante un Fenómeno de Remoción en Masa (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de las formaciones superficiales del barrio Central.

Código	Clasificación	Descripción	SG
Qc1/TQfe	Moderada	Cenizas Flujo de Escombros con meterización pardo amarilla	3
Qdv	Muy Alto	Deposito de vertientes	5
Qh	Muy Alto	Rellenos Antropicos	5

Cenizas Flujo de Escombros con meterización pardo amarilla

3. Rasterizar **capa geo**

Se debe rasterizar la **Capa geo** con el fin de aplicar el método del alegrada de mapas. Este método permitirá llevar a cabo el desarrollo exitoso del presente trabajo investigativo, debido a que, se emplea un el conjunto de técnicas y procedimientos que operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos.

Para rasterizar una capa en QGIS, ingresar a Ráster>Conversión>Rasterizar (vectorial a ráster). (Figura 8).


Figura 8.1 Rasterización Cenizas Flujo de Escombros con meteorización pardo amarilla

Nota: 1. En el encabezado **Campo a usar para un valor de marcado**, seccionar el campo **SG**. Este campo contiene la calificación que según el grado de susceptibilidad a presentar FRM por el tipo de formación superficial del área de estudio.

2. En el campo de **Unidades tamaño del ráster de salida**, elegir **Unidades georreferenciadas**. **Cenizas Flujo de Escombros con meterización pardo amarilla**

3. En resolución Ancho/Alto y resolución Horizontal/Vertical escribir el valor de 3, este valor indicCenizas Flujo de Escombros con meteorización pardo amarilla que los valores del ráster a crear serán de 3 metros por 3 metros.



4. En **Extensión de salida**, dar clic en el círculo  y luego elegir **seccionar extensión sobre el lienzo**, y seccionar el área de estudio.

5. Si al realizar los paso anterior, el software arroja un error en el proceso de rasterización, se debe convertir la capa vectorial a formato SHP y realizar de nuevo el procedimiento.

Figura 8.1 Rasterización capa geo

Parámetros Registro

0,000000

▼ **Parámetros avanzados**

Opciones adicionales de creación [opcional]

Perfil Predeterminado

Nombre	Valor
--------	-------

+ - Validar Ayuda

Tipo de datos de salida

Float64

Pre-inicializar la imagen de salida con valor [opcional]

No establecido

☐ Invertir rasterización

Rasterizado

[Guardar en archivo temporal] ...

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Llamada a la consola de GDAL/OGR

```
gdal_rasterize -l formacion_superficial_barrio_central -a VALOR -tr 3.0 3.0 -a_nodata 0.0 -te 1153357.0453513386 1022061.2927043498 1153597.1123924477 1022555.6529815966 -ot Float64 -of GTiff "/home/sebastian/Trabajo de Grado/ Escenarios de Riesgo de Desastre/GeoPackage/mapa_de_geologia/geologia.mxd" /tmp/
```

0%

Ayuda Ejecutar como proceso por lotes... Cerrar Ejecutar

Nota: En el campo tipo de datos de salida, **Float64** y luego dar clic en ejecutar.

El procedimiento de rasterización se llevara a cabo en los siguientes apartado con los mismos criterios que se establecieron en el presente ejercicio.

4. Guardar los datos del ejercicio en una sola capa Geopackage

- Crear una carpeta donde se están almacenado los datos (se recomienda que sea en el disco local C o D).

- b) Ingresar al **Panel Navegador** y buscar la carpeta que se creó en el paso anterior, luego dar clic derecho sobre ella (nueva/Geopackage). (ver figura 8).

Figura 9. Crear capa Geopackage

Nueva capa GeoPackage

Base de datos: package/mapa_de_geologia/new_geopackage

Nombre de la tabla: new_geopackage

Tipo de geometría: Ninguna geometría

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

EPSG:3115 - MAGNA-SIRGAS / Colombia West

Nuevo campo

Nombre:

Tipo: abc Datos de texto

Longitud máxima:

Añadir a la lista de campos

Lista de campos

Nombre	Tipo	Longitud
--------	------	----------

Eliminar campo

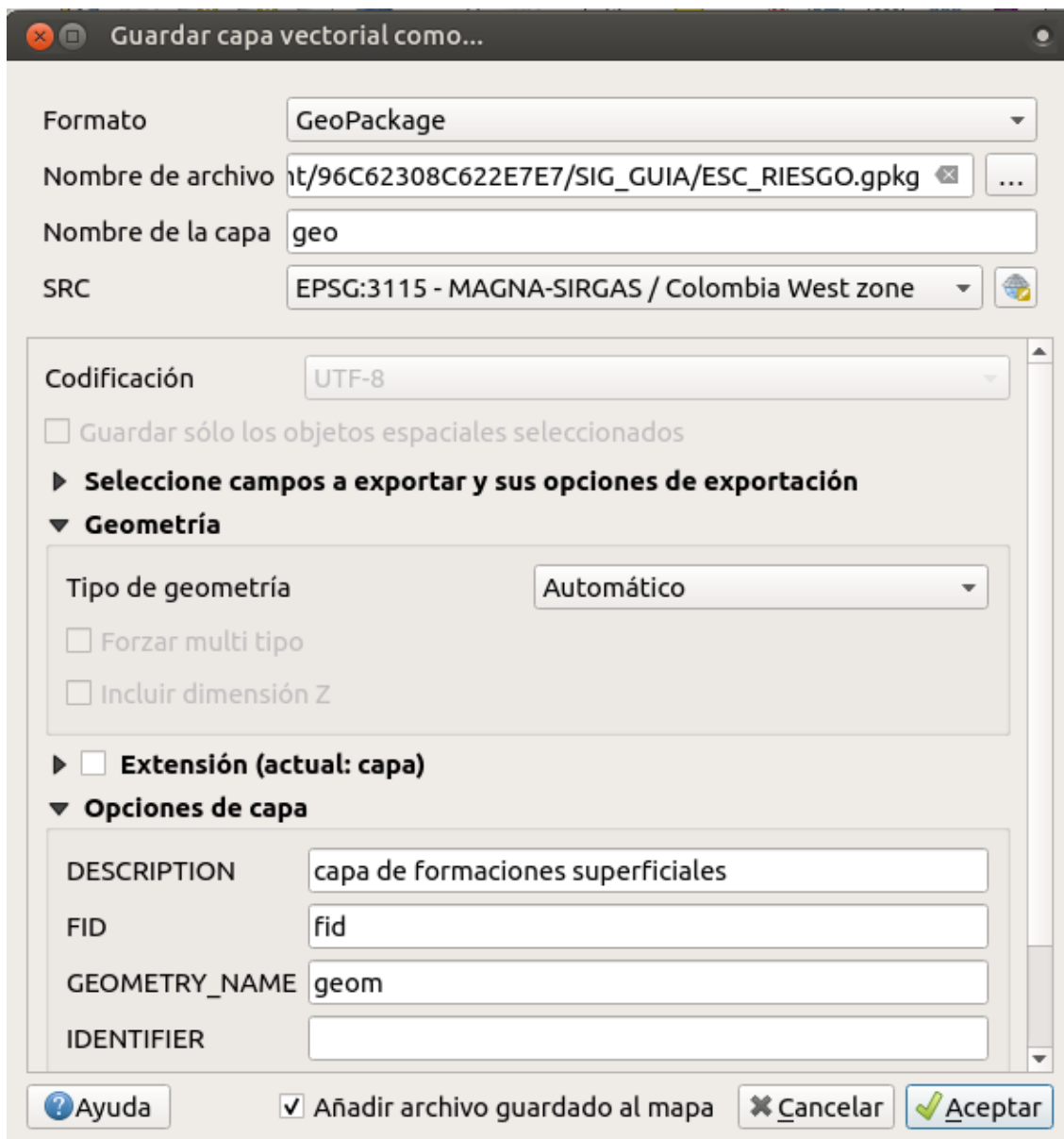
Opciones avanzadas

Ayuda Cancelar Aceptar

Nota: Cambiar el nombre **new_geopackage** por **ESC_RIESGO** y dar clic en aceptar. En esta capa se almacenaran todos los datos del presente trabajo investigativo.

- c) Exportar las capas del proyecto a el geopackage **ESC_RIESGO**. Para ello, dar clic derecho en la capa que se dese exportar y luego clic en guardar como. (ver figura 9).

Figura 10. Exportar capas a geopackage.



Guardar capa vectorial como...

Formato: GeoPackage

Nombre de archivo: nt/96C62308C622E7E7/SIG_GUIA/ESC_RIESGO.gpkg

Nombre de la capa: geo

SRC: EPSG:3115 - MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone

Codificación: UTF-8

☐ Guardar sólo los objetos espaciales seleccionados

► **Selecione campos a exportar y sus opciones de exportación**

▼ **Geometría**

Tipo de geometría: Automático

☐ Forzar multi tipo

☐ Incluir dimensión Z

► ☐ **Extensión (actual: capa)**

▼ **Opciones de capa**

DESCRIPTION: capa de formaciones superficiales

FID: fid

GEOMETRY_NAME: geom

IDENTIFIER:

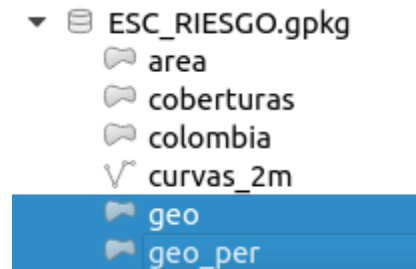
☒ Añadir archivo guardado al mapa

Nota: En el **nombre del archivo** seccionar el geopackage creado (**ESC_RIESGO**) y en el nombre de la capa escribir el mismo nombre de la capa exportada. En el campo **DESCRIPTION**, se puede escribir información acerca de la capa.

Realizar este procedimiento con cada una de las capas del proyecto, también se debe guardar el proyecto en QGIS en la carpeta donde se están almacenado los datos.

d) Visualizar las capas exportadas a el geopackage ESC_RIESGO. (Ver figura 10).

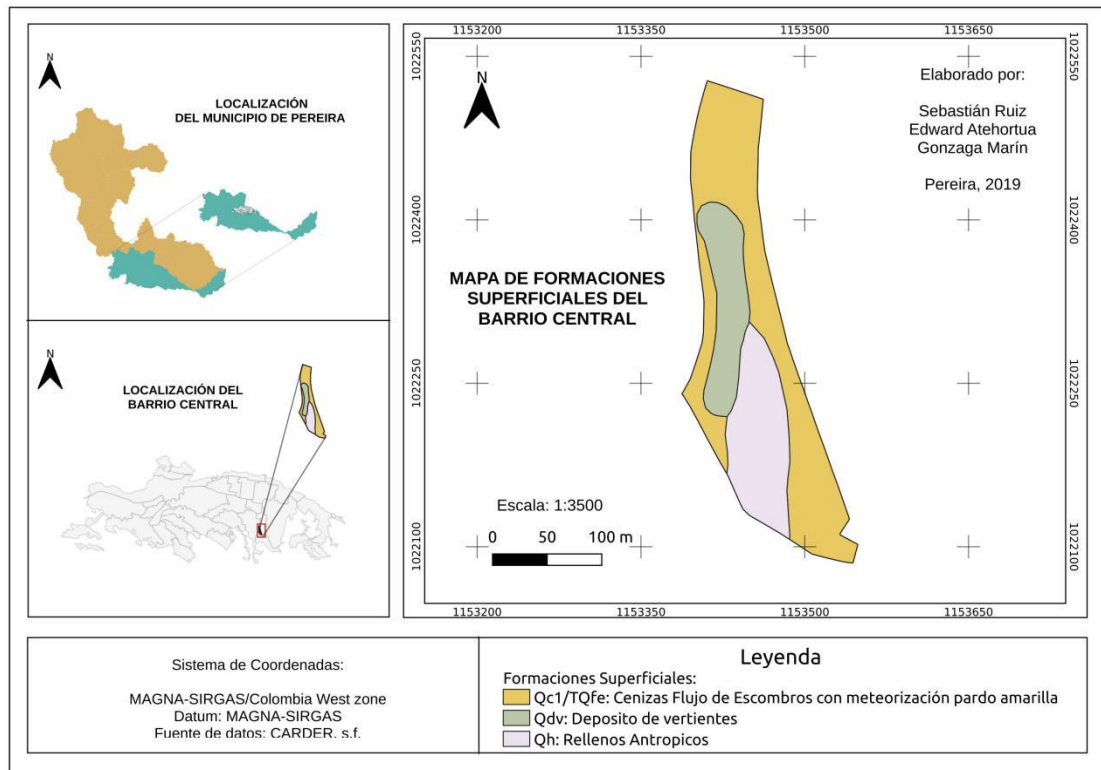
Figura 11. Geopackage ESC_RIESGO



5. Elaboración de mapas

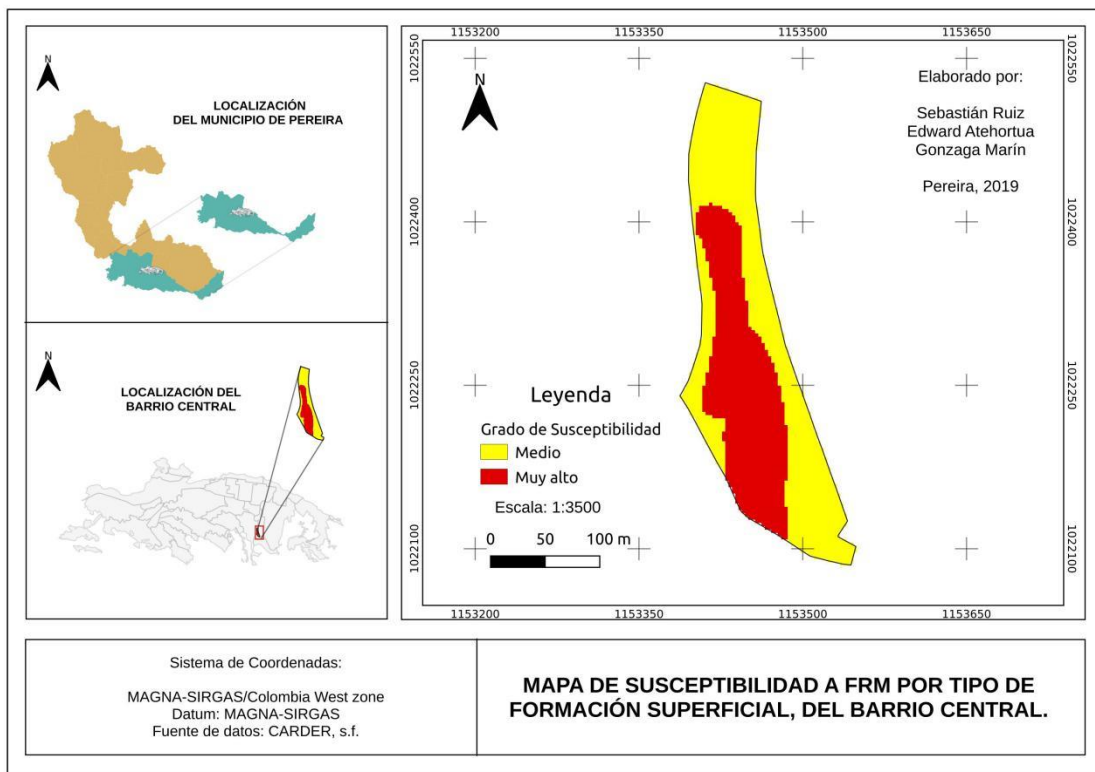
La figura 11 (Mapa de Formaciones Superficiales del Barrio Central), se elaboró con base en el Diagnóstico de Riesgos Ambientales del municipio de Pereira, Risaralda elaborado por la CARDER, s.f. El mapa representa los diferentes materiales que se encuentran sobre la superficie del territorio y no forman roca consolidada. En este sentido, se clasificaron las formaciones superficiales en tres unidades que son: Cenizas de flujo de escombros con meteorización pardo amarilla (Qc1/TQfe), Deposito de vertientes (Qdv) y Rellenos antrópico (Qh). Estas formaciones permiten realizar un primer acercamiento a las dinámicas biofísicas de la zona de estudio. Cabe resaltar que, “los nombres asignados a estas formaciones son necesariamente locales y la mayoría de las veces informales, por ejemplo, Abanico aluvial de la Ayurá, Glacis del Quindío, Depósitos lacustres del valle de Méjico, suelos residuales derivados de anfibolitas” Diccionario de Geotecnia, 2019.

Figura 11: Mapa de Formaciones superficiales del Barrio Central



La figura 12 (Mapa de susceptibilidad a FRM por tipo de formación superficial), se elaboró con base en la cualificación dada a las formaciones superficiales identificadas en la zona de estudio (figura 11). En este orden de ideas, se le asignó una calificación a las tres unidades superficiales, teniendo en cuenta la susceptibilidad que presenta a ante un posible fenómeno de remoción en masa (FRM). Los resultados de la calificación representan que las cenizas flujo de escombros con meterización pardo amarilla (Qc1/TQfe), presenta una susceptibilidad moderadas (color amarillo), debido a que este tipo de formación superficial tiene mayor estabilidad ante un FRM, mientras que los depósitos de vertientes (Qdv) y los rellenos antrópicos (Qh), tienen mayor susceptibilidad debido a que generalmente no han sido construidos con los materiales adecuados y residentes ante alguna perturbación natural.

Figura 12. Mapa de susceptibilidad de formaciones superficiales a FRM



B) Geomorfología (SR)

Los rasgos geomorfológicos que condicionan eventos de remoción en masa son principalmente la topografía, pendientes de las laderas, cambios fuertes de pendientes de las laderas, la extensión y altura de las laderas. Estas características inciden en la velocidad, energía y volumen de las remociones que puedan originarse. Así también, cualquier modificación de ellos puede transformar una ladera estable en inestable y generar remociones, (Burgos & Reina, 2015).

Procedimiento para la elaboración de un modelo de elevación digital (MDE) por el método de triangulación de Delaunay, utilizando las redes irregulares de triángulos (TIN).

El Modelo Digital de Elevaciones es la pieza clave del análisis geomorfométrico. Es el equivalente informatizado de la cartografía clásica de elevaciones tradicionalmente representada mediante curvas de nivel. (Olaya, 2014). Los MDE son estructuras numéricas de datos que representan la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua, que es la altitud del terreno. (García, García & Torres, 2013).

Como lo menciona Olaya en su libro sobre Sistemas de Información Geográfica (2014) y García, J. García, A. & Torres, M., en la guía de aprendizaje autónomo con gvSIG (2013). La creación del MDE implica en la mayoría de los casos la utilización de métodos de interpolación. Un proceso muy habitual es la creación a partir de curvas de nivel o de un número suficiente de puntos cuyas coordenadas tridimensionales X, Y, Z sean conocidas. En este orden de ideas, para el desarrollo del presente ejemplo se elaboró un MDE con base en curvas de nivel y se aplicó el método de triangulación de Delaunay, utilizando las redes irregulares de triángulos (TIN), debido a que los

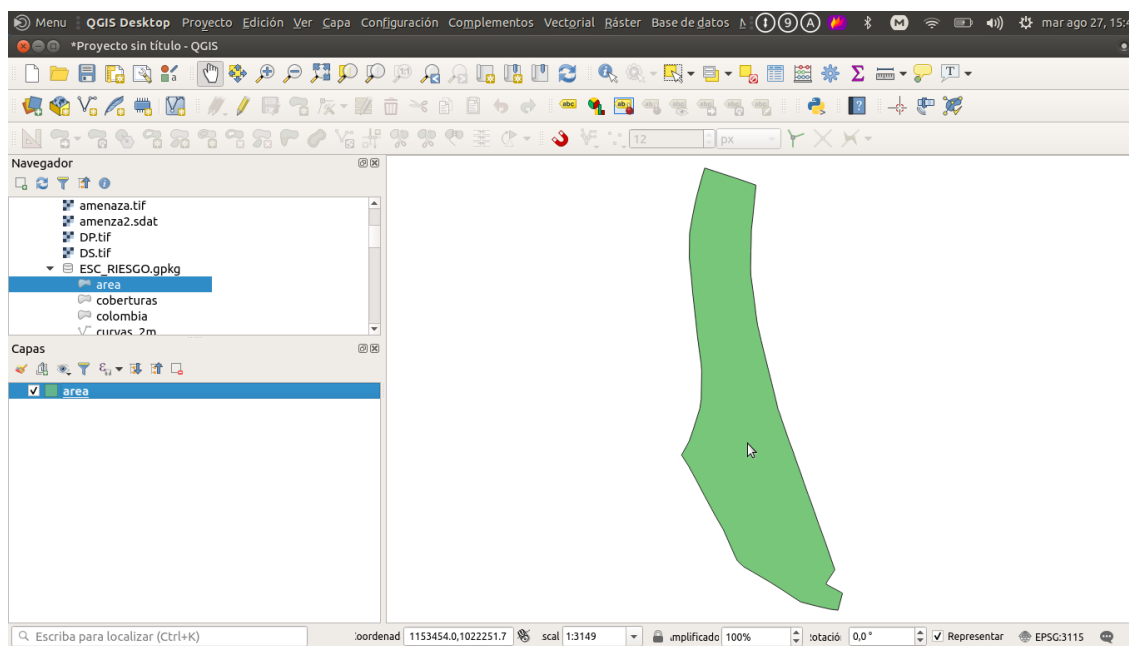
resultados obtenidos por este método se adecuan a los datos disponibles del presente estudio y no requieren parte de la preparación que se hace necesaria al aplicar otros métodos de interpolación.

Es importante aclarar que existe diferentes métodos para elaborar modelos digitales de elevación. La selección de los mismos dependerá de las características de los datos, el tipo de investigación, los intereses del investigador, entre otros. Por ende, se recomienda consultar diferentes fuentes bibliográficas y a expertos en el tema para la selección adecuada de cada método.

A continuación, se describe el procedimiento para elaborar un modelo digital de elevación para el Barrio Central del municipio de Pereira, Risaralda (zona de estudio).

1. Crear un nuevo proyecto en QGIS y cargar el área de estudio.

Figura 13. Nuevo proyecto en QGIS y el área de estudio

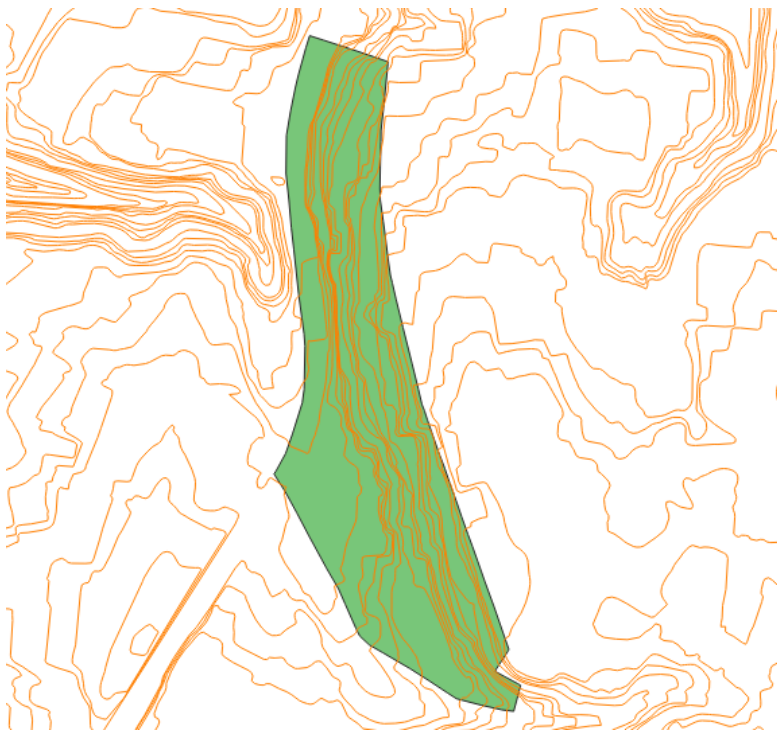


Nota: La capa y el proyecto, debe estar definidos en un único sistema de coordenadas para el ejemplo se utilizó el SRC EPSG:3115 - MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone.

2. Cargar las curvas de nivel de la zona de estudio

Cargar el archivo curvas_2m

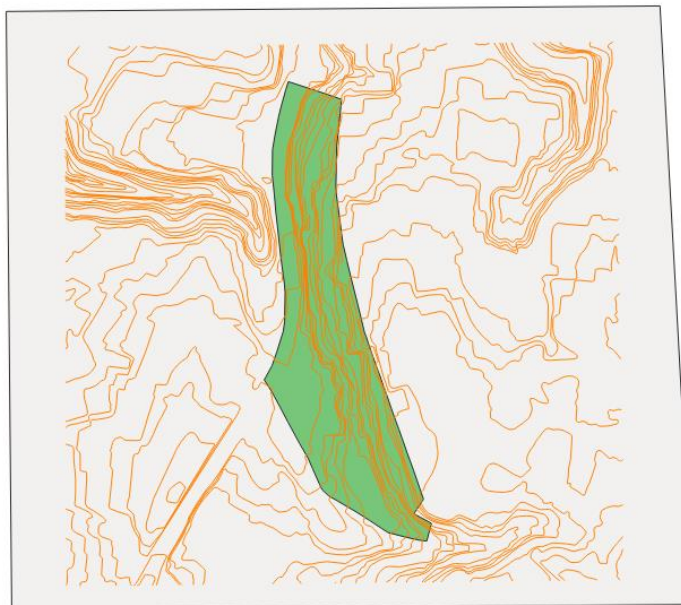
Figura 14. Curvas de nivel zona de estudio



Nota: La equidistancia entre cada cuota es de 2m. En la tabla de atributos se visualiza la variación altitudinal entre cada curva.

3. Crear una nueva capa con un área de extensión mayor a las curvas de nivel

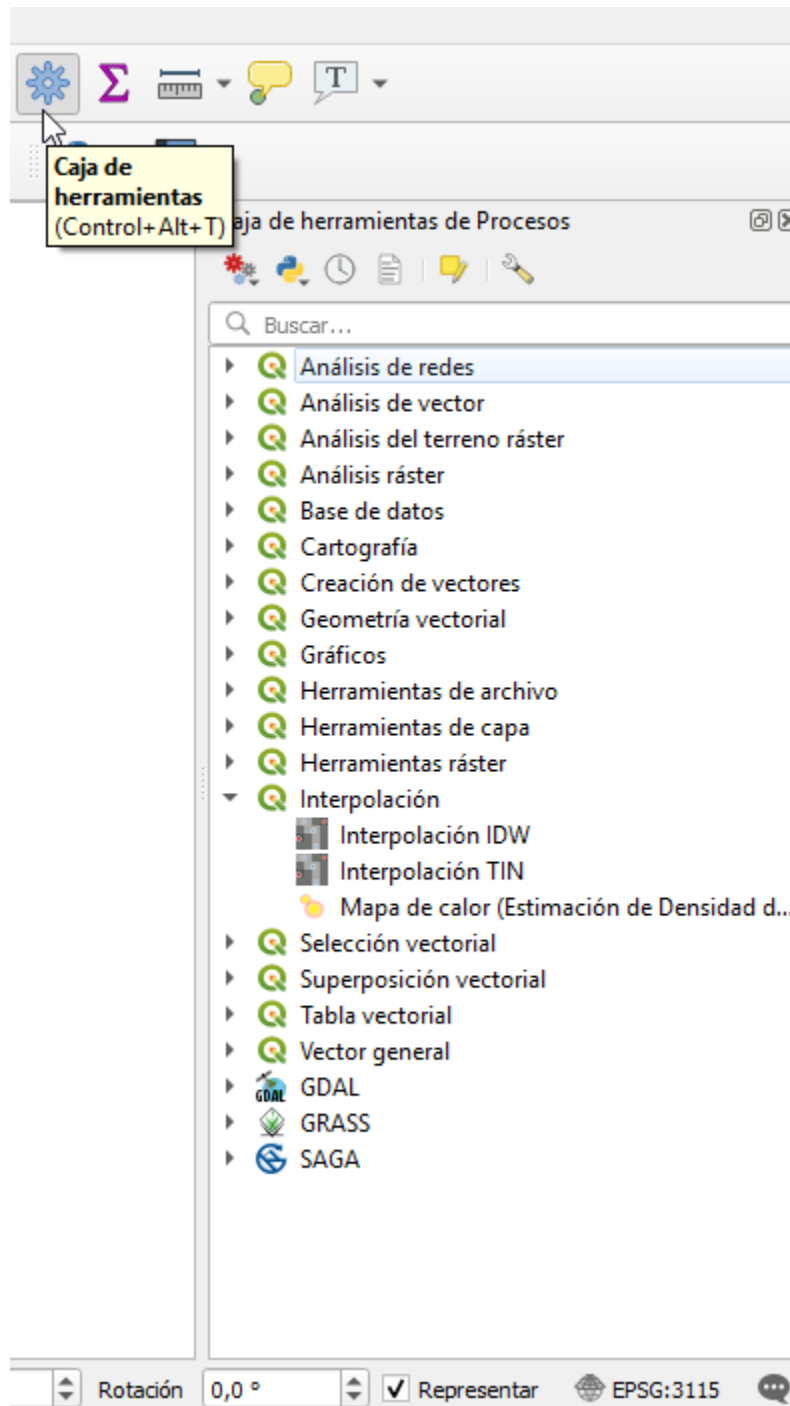
Figura 15. Polígono de extensión curvas de nivel



Nota: La nueva capa llevará por nombre “pol_ex”. Esta capa se crea con propósito que permita elaborar el MED por medio de la extensión de la capa.

4. Ingresar >caja de herramienta>Interpolación>Interpolación TIN.

Figura 16. Caja de herramientas de QGIS



Nota: Dar doble clic en Interpolación TIN

5. Parámetros del método de interpolación TIN

Figura 17. Parámetros del método de interpolación TIN

The image shows a software dialog box titled "Interpolación TIN". It has two tabs: "Parámetros" (selected) and "Registro".

Capa(s) de entrada

- Capa Vector:** A dropdown menu showing "area_mgn" (annotated with a red circle 1).
- Atributo de interpolación:** A dropdown menu (annotated with a red circle 2).
- ☐ Usar coordenada Z para interpolación
- 3:** A red circle with an arrow pointing to a "+" button next to the attribute dropdown.
- A table with columns "Capa Vector", "Atributo", and "Tipo" is empty.

Método de interpolación

- 4:** A red circle next to a dropdown menu showing "Lineal".
- Extensión (xmin, xmax, ymin, ymax):** A text input field with a browse button "...".

Tamaño del ráster de salida

- 5:** A red circle next to the output size settings.
- Filas:** 1
- Columnas:** 1
- Tamaño X de píxel:** 0,100000
- Tamaño Y de píxel:** 0,100000

Progress bar: 0%

Buttons: "Ejecutar como proceso por lotes...", "Ejecutar", "Cerrar", "Ayuda", "Cancelar".

Nota: (1) Capa vector; en esta opción ingresar la capa vectorial, es decir, las curvas de nivel. (2) Atributo de Interpolación; seleccionar la columna donde se encuentras el dato de elevación de cada cuota. (3) características de la capa vector (4) método de interpolación; seleccionar método de interpolación. (5) Extensión; elegir una capa con mayor extensión que las curvas de nivel.

6. Configuración parámetros del método de interpolación TIN

Figura 18. Configuración parámetros del método de interpolación TIN

Interpolación TIN

Parámetros Registro

Capa(s) de entrada

Capa Vector: curvas_2m_mgn

Atributo de interpolación: 1.2 Elevation

☐ Usar coordenada Z para interpolación

Capa Vector	Atributo	Tipo
curvas_2m_mgn	Elevation	Líneas de estructura

Método de interpolación: Lineal

Extensión (xmin, xmax, ymin, ymax): -75.6966,-75.6918,4.79413,4.79886 [EPSG:4326]

Tamaño del ráster de salida

Filas: 1 Columnas: 1

Tamaño X de píxel: 0,100000 Tamaño Y de píxel: 0,100000

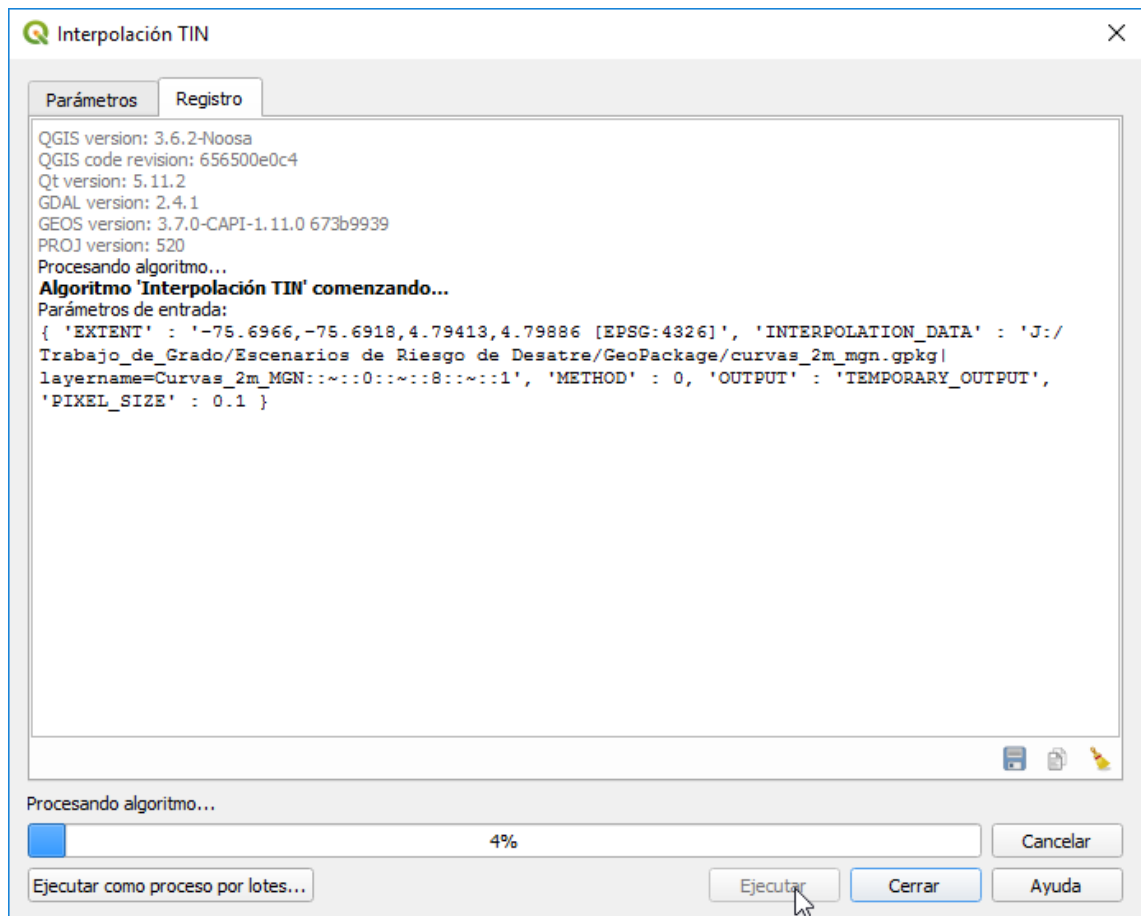
0%

Ejecutar como proceso por lotes... Ejecutar Cerrar Ayuda

Nota: (1) Capa vector; en esta opción ingresar la capa “curvas_2m_mgn”. (2) Atributo de Interpolación; seleccionar “Elevation”. (3) Dar clic y elegir “líneas de estructura”. (4) método de interpolación; no modificar la opción por defecto “lineal”. (5) Extensión; seleccionar la capa “poligono_de_expansion_area_mgn”.

7. Ejecutar método de interpolación TIN

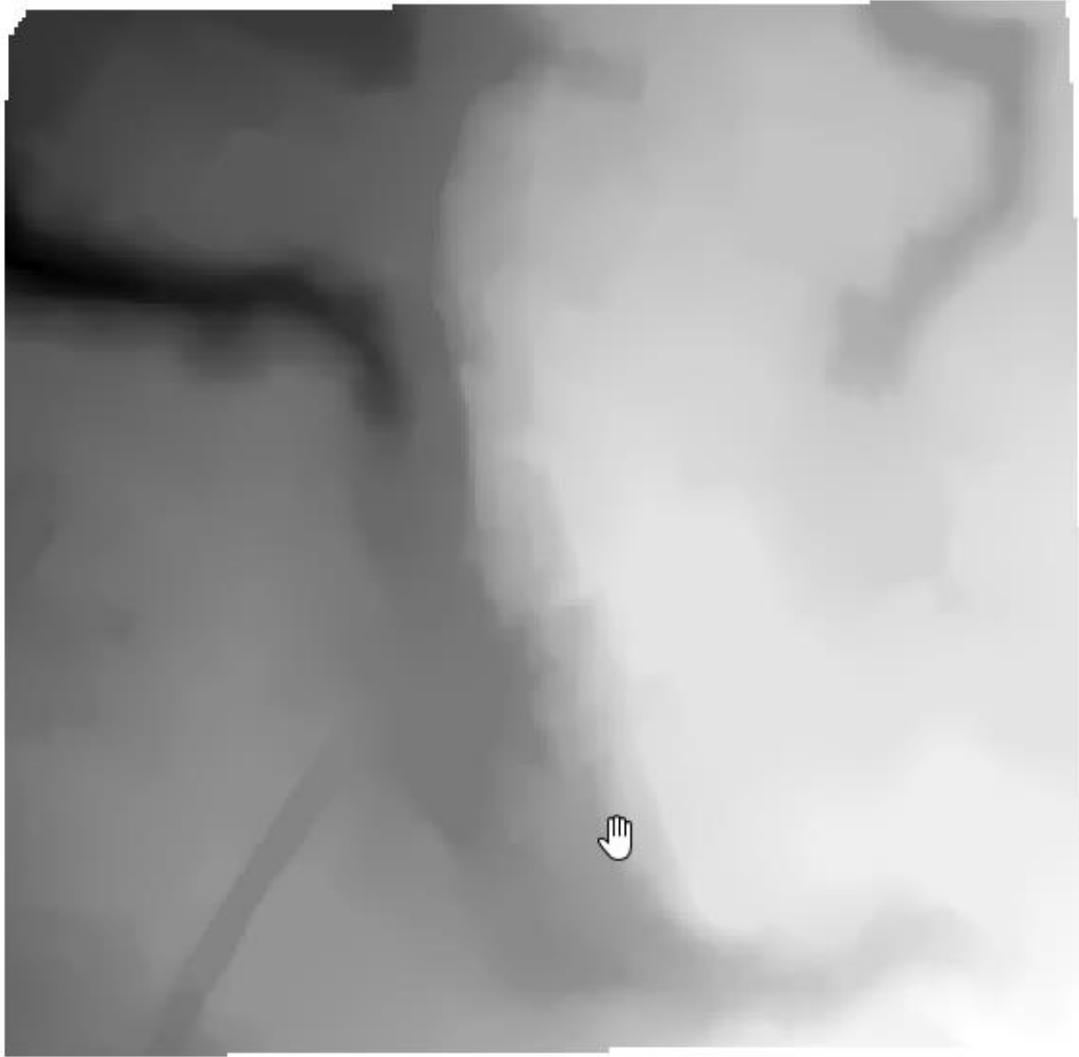
Figura 19. Ejecución método de interpolación TIN



Nota: El tiempo que tarda el procesamiento de los datos, dependerá de las características del computador entre ella la memoria RAM y el Procesador, por ende, se recomienda realizar este tipo de procediendo en equipos que estén equipados con memoria RAM superior a 4GB y procesador superior a Core i3.

Después de terminar el método de interpolación se nos genera automáticamente un modelo digital de elevaciones (MDE o DEM).

Figura 20. MDE

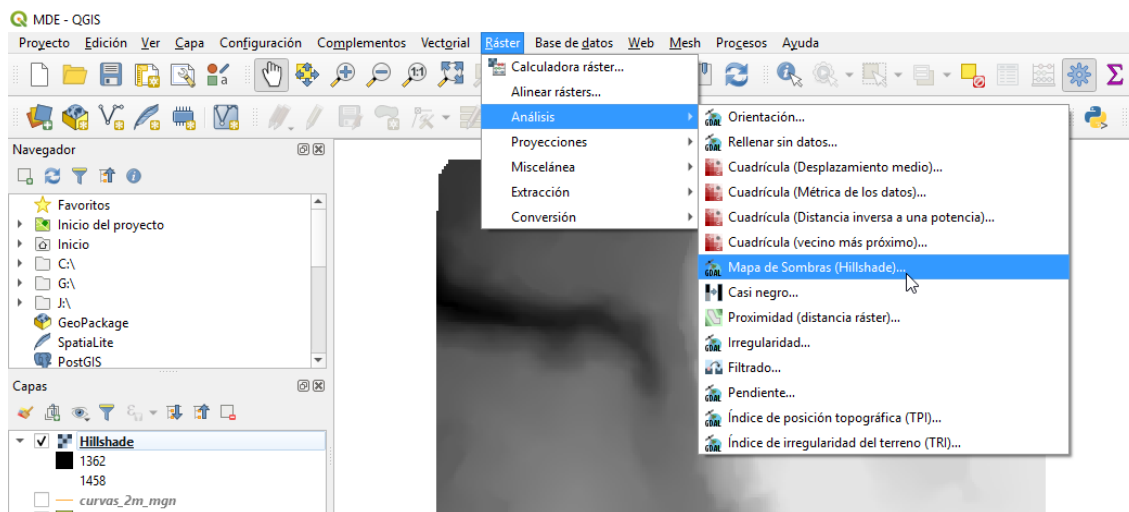


8. Crear mapa de sombras

¿Qué son los mapas de sombras? Los mapas de sombras también conocidos como archivos Hillshade, son un modelo digital cuya función es la representación de sombras y niveles de radiación solar sobre el terreno mediante los modelos digitales de elevaciones. (GIS&Beers, (2016). Estos modelos contribuyen a el mejoramiento de la calidad visual de los mapas, asignando valores de calidad a cada píxel dependiente de su posición en el espacio y generan una sensación de rugosidad y profundidad, debido a los contrastes cromáticos entre laderas. (Proyecto Pandora y Asociación Geoinnova, (s.f).

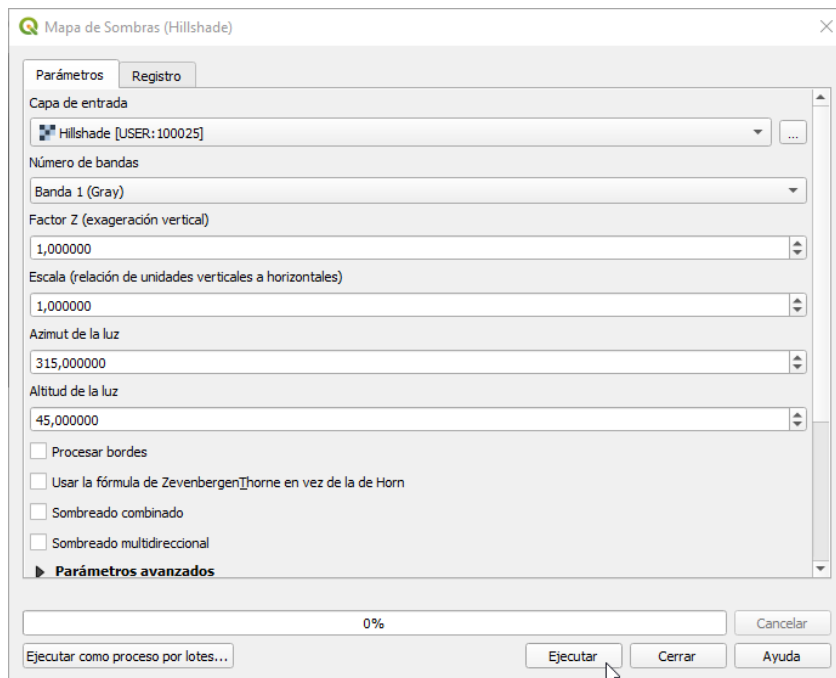
Teniendo en cuenta lo anterior, se elabora un mapa de sombras con el fin de representar las dinámicas orográficas de la zona de estudio. Para ello, ingresar en Ráster>Análisis>Mapa de Sombras (Hillshade).

Figura 21. Cuadro de dialogo Ráster



9. Configuración mapa de sombras

Figura 22. Parámetros de entrada para la creación de mapas de sombras.

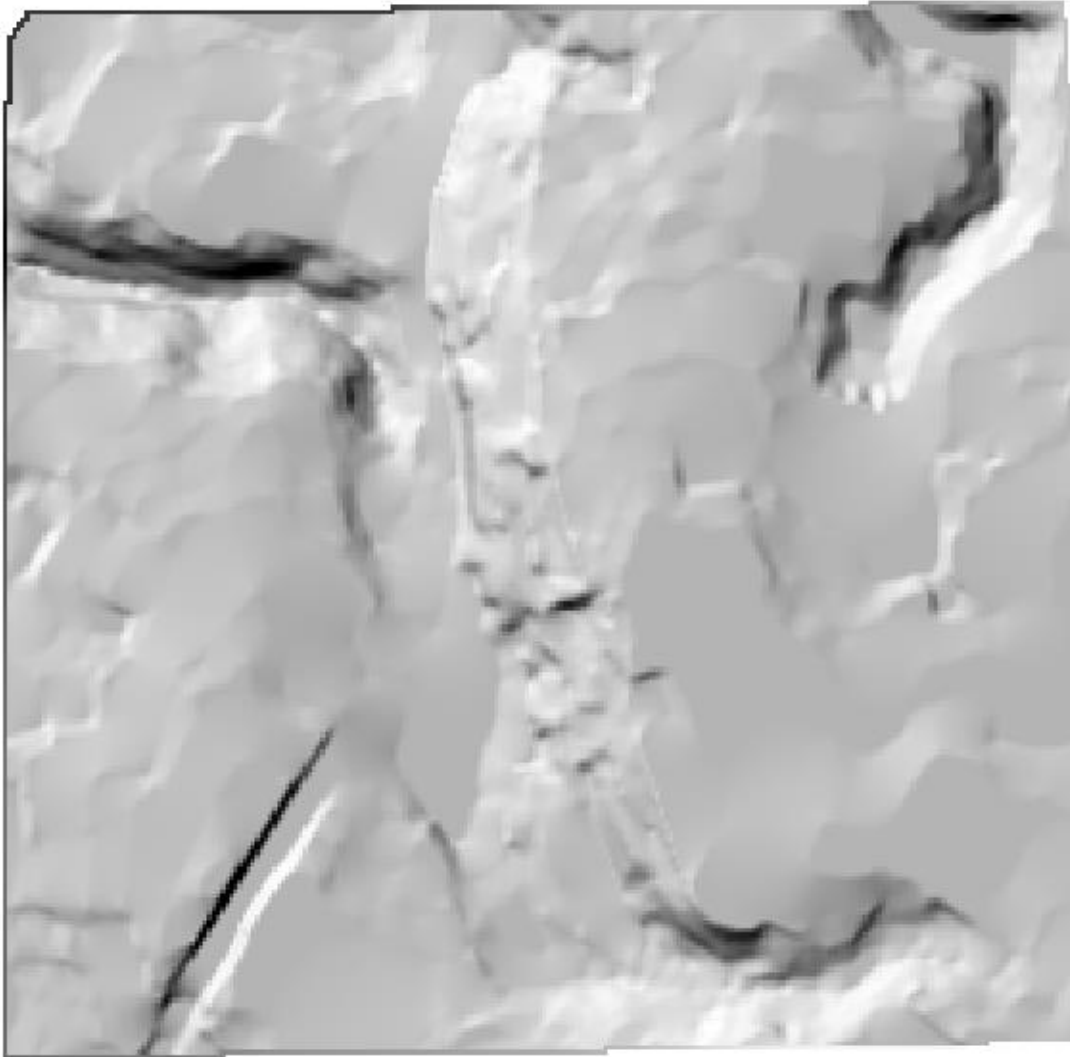


Nota: Los parámetros se dejan por defecto y dar clic en ejecutar.

10. Visualización mapa de sombras generado

11.

Figura 23. Hillshade o Mapa de sombras



12. Tematizar el MDE con base a la altitud del terreno

Para tematizar el MDE, se debe emplear un rango de colores que describa adecuada mente las diferentes alturas del área de estudio.

13. Elaboración de mapa de pendiente

Para ello, ingresar a Ráster>Análisis>Pendiente

Figura 24. Creación mapa de pendiente

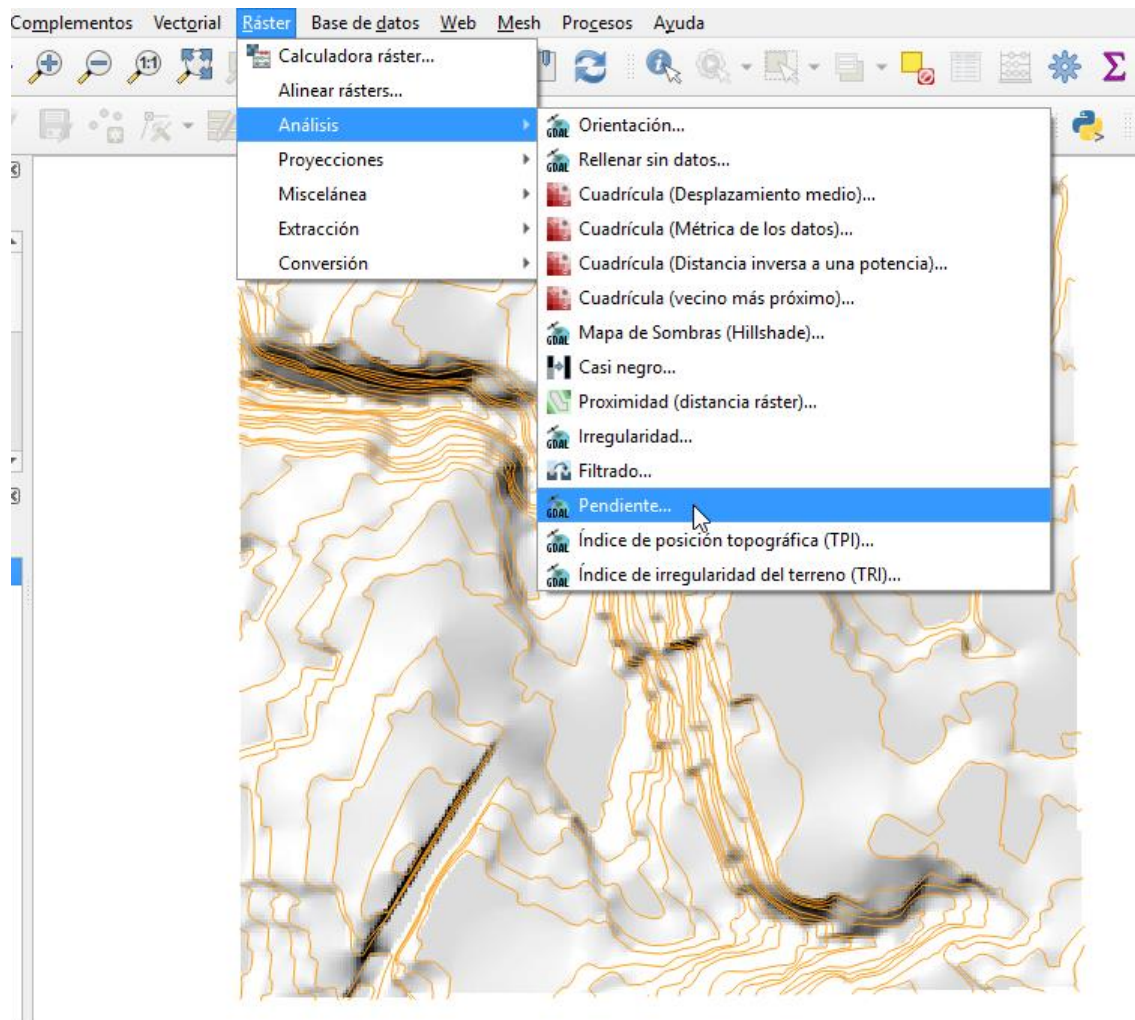


Figura 25. Configuración mapa de pendiente

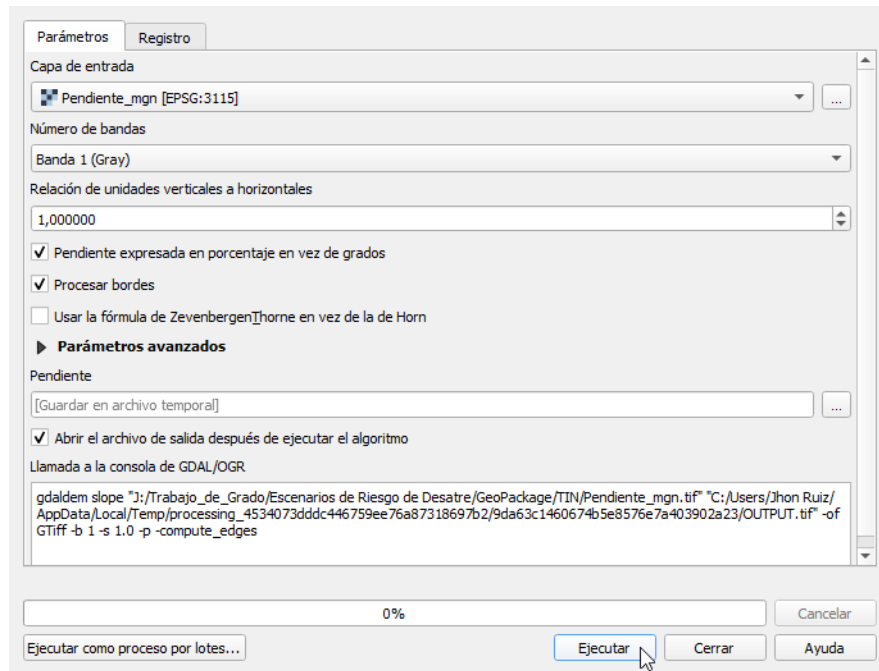
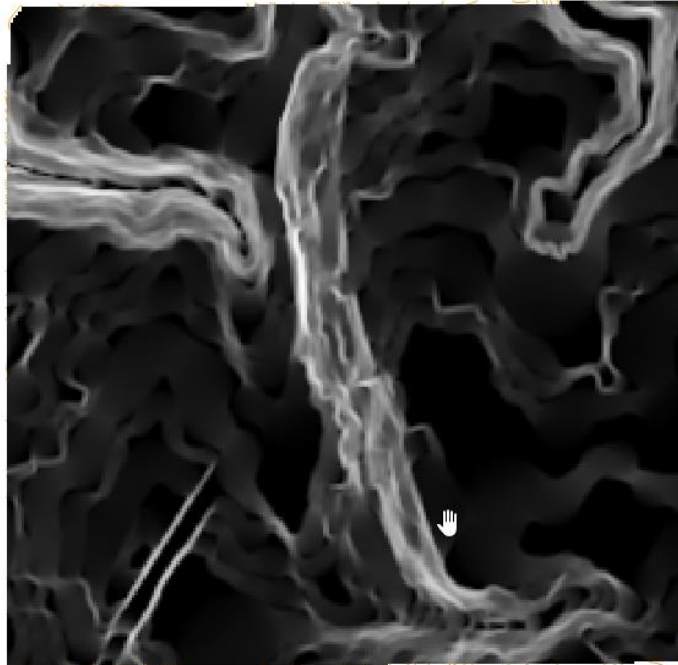


Figura 26. Mapa de Pendiente



14. Clasificar las pendientes de acuerdo con la metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014).

¿Qué es la pendiente del terreno?

La pendiente es una forma de medir el ángulo de inclinación del terreno, es decir, a mayor inclinación mayor valor de pendiente. Se mide calculando la tangente de la superficie, dividiendo el cambio vertical en altitud entre la distancia horizontal. Normalmente se expresa en planimetría como un porcentaje que equivale al valor de la tangente multiplicado por 100 (ver ecuación 5). Universidades de Alcalá & Melbourne. (2000).

Ecuación 5:

$$\text{Porcentaje de Pendiente} = \text{Altura} / \text{Base} * 100$$

Otra forma de expresar la pendiente es en grados. Para calcular los grados se utiliza el valor de arcotangente de la pendiente (ver ecuación 4).

Ecuación 6:

$$\text{Pendiente en Grados} = \text{ArcTangente} (\text{Altura} / \text{Base})$$

Teniendo en cuenta lo anterior, se clasifíco la pendiente del terreno con base en la metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014).

¿Por qué se adoptó esta metodología?

Esta metodología se adoptó dando cumplimiento a los requerimientos técnicos establecido por la agencia cartográfica nacional de Colombia, es decir, por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), que es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia.

La finalidad de este mapa es representar mediante colores zonas del territorio con pendiente semejante.

Tabla 2. Clasificación de la pendiente con base en la metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014).

Nota: rangos	Valor de la Pendiente (%)	Símbolo	Clasificación	Descripción	SR	Estos se
	0-7		Muy Baja	Ligeramente inclinada	1	
	12-25		Baja	Fuertemente inclinada	2	
	25-50		Medio	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	3	
	50-75		Alta	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	4	
	>75		Muy Alta	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	5	

establecieron para evaluar la susceptibilidad que presentan las laderas de la zona de estudio ante fenómenos de remoción en masa (FRM). Es decir, a mayor inclinación mayor valor susceptibilidad a FRM.

15. Reclassificar **Capa de Pendiente** con base en la tabla 1.

La reclasificación de Capas Ráster, es uno de los procedimientos en SIG, que permite organizar los datos en categorías con el fin de facilitar la interpretación por parte de los usuarios.

Existen diferentes métodos en QGIS para reclasificar una capa ráster. El procedimiento que se aplicó para el presente ejemplo es por medio de SAGA. Para ello, ingrese a la caja de Herramientas de Proceso>SAGA>Raster tools>Reclassify values.

27. Caja de herramientas de Proceso

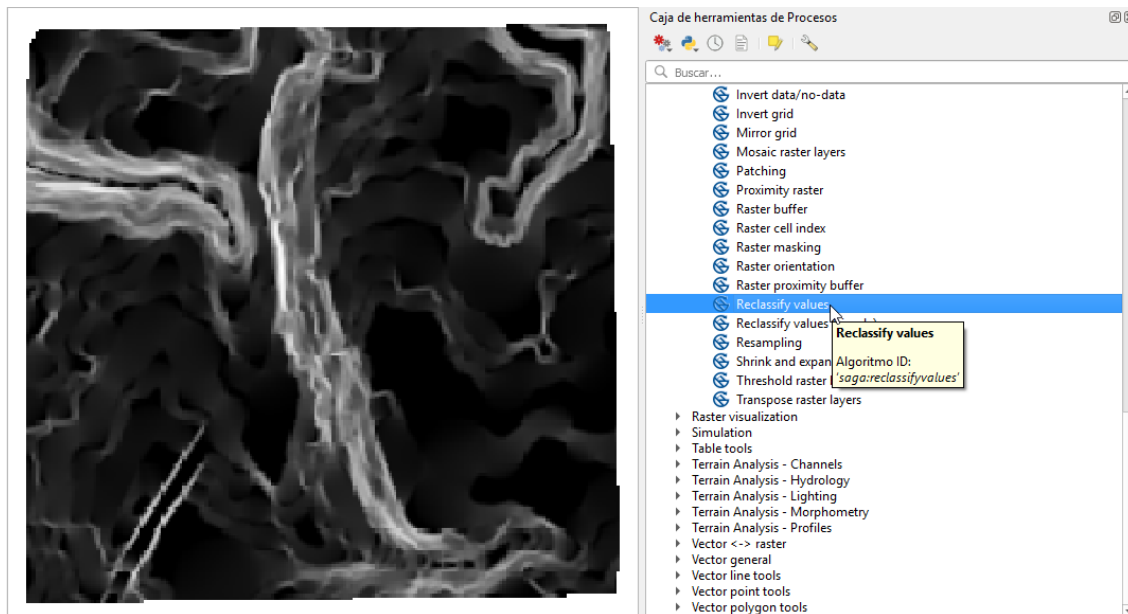


Figura 28. Parámetros de Reclassify values

Reclassify values

Parámetros Registro

Grid

Pendiente_mgn [EPSG:3115]

Method

[2] simple table

old value (for single value change)

0,000000

new value (for single value change)

1,000000

operator (for single value change)

[0] =

minimum value (for range)

0,000000

maximum value (for range)

1,000000

new value(for range)

2,000000

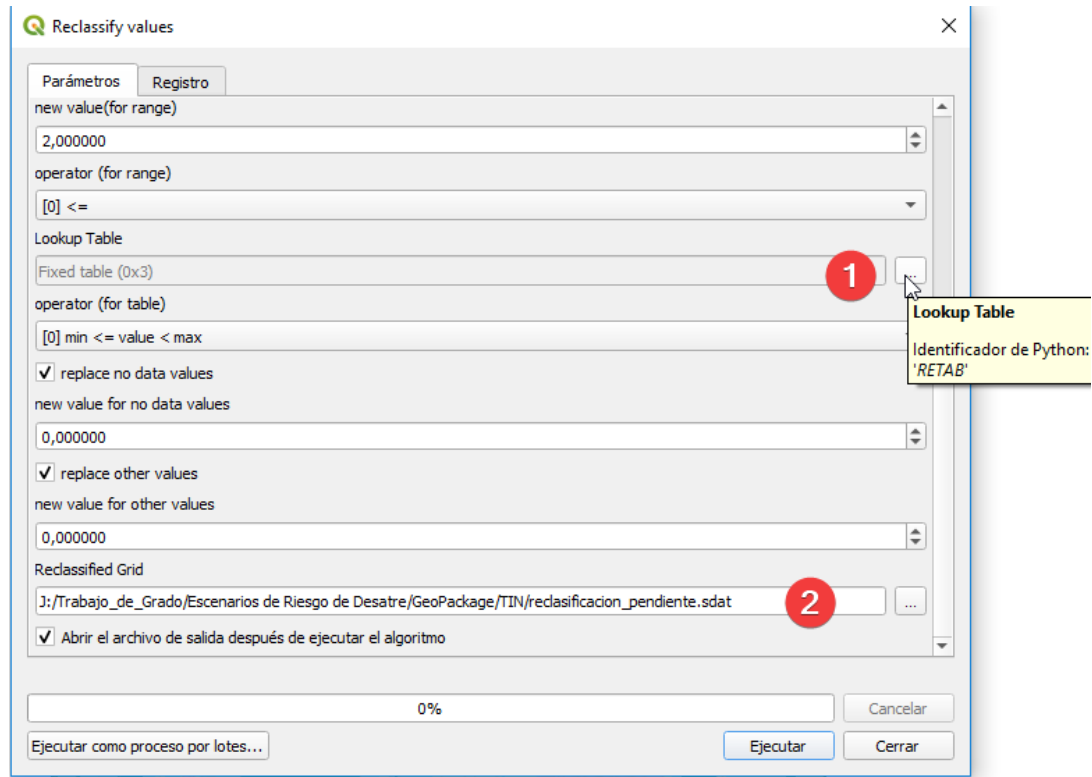
operator (for range)

0%

Ejecutar como proceso por lotes...

Ejecutar Cancelar Cerrar

Nota: En el campo **Grid (1)**, cargar la Capa de Pendiente y el campo **Method (2)**, seleccionar **simple table**.



Nota: Pulsar clic en campo **lookup table (1)**; completar la **tabla fija** con base en clasificación de la pendiente (tabla 1). **(2)** definir la ruta para guardar el archivo.

Figura 29. Tabla fija (vacía)

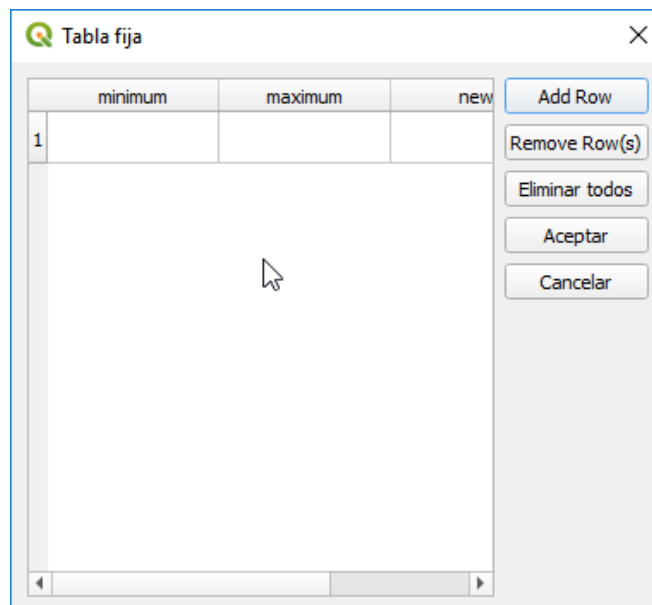
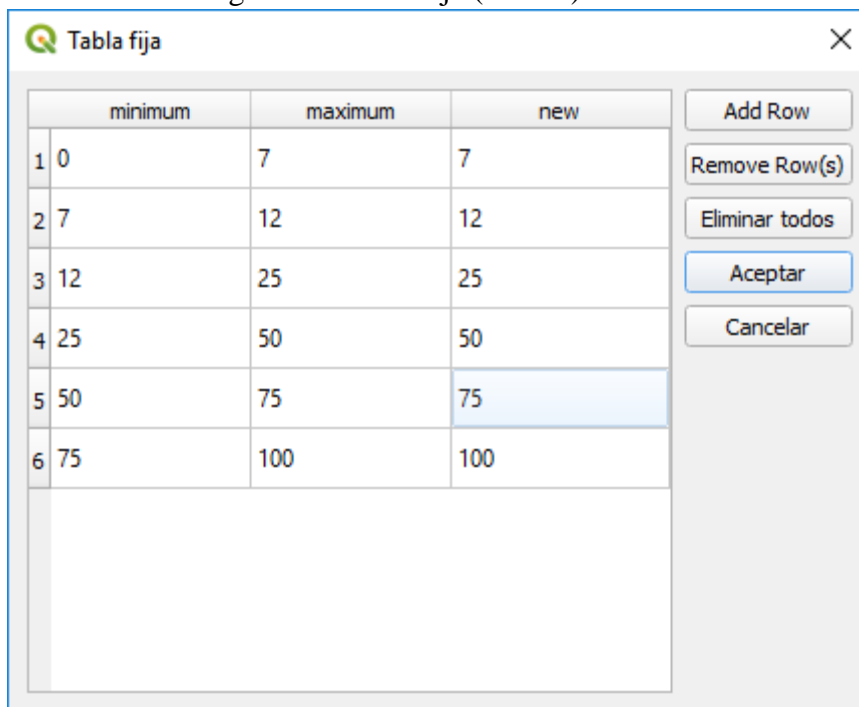


Figura 30. Tabla fija (rellena)



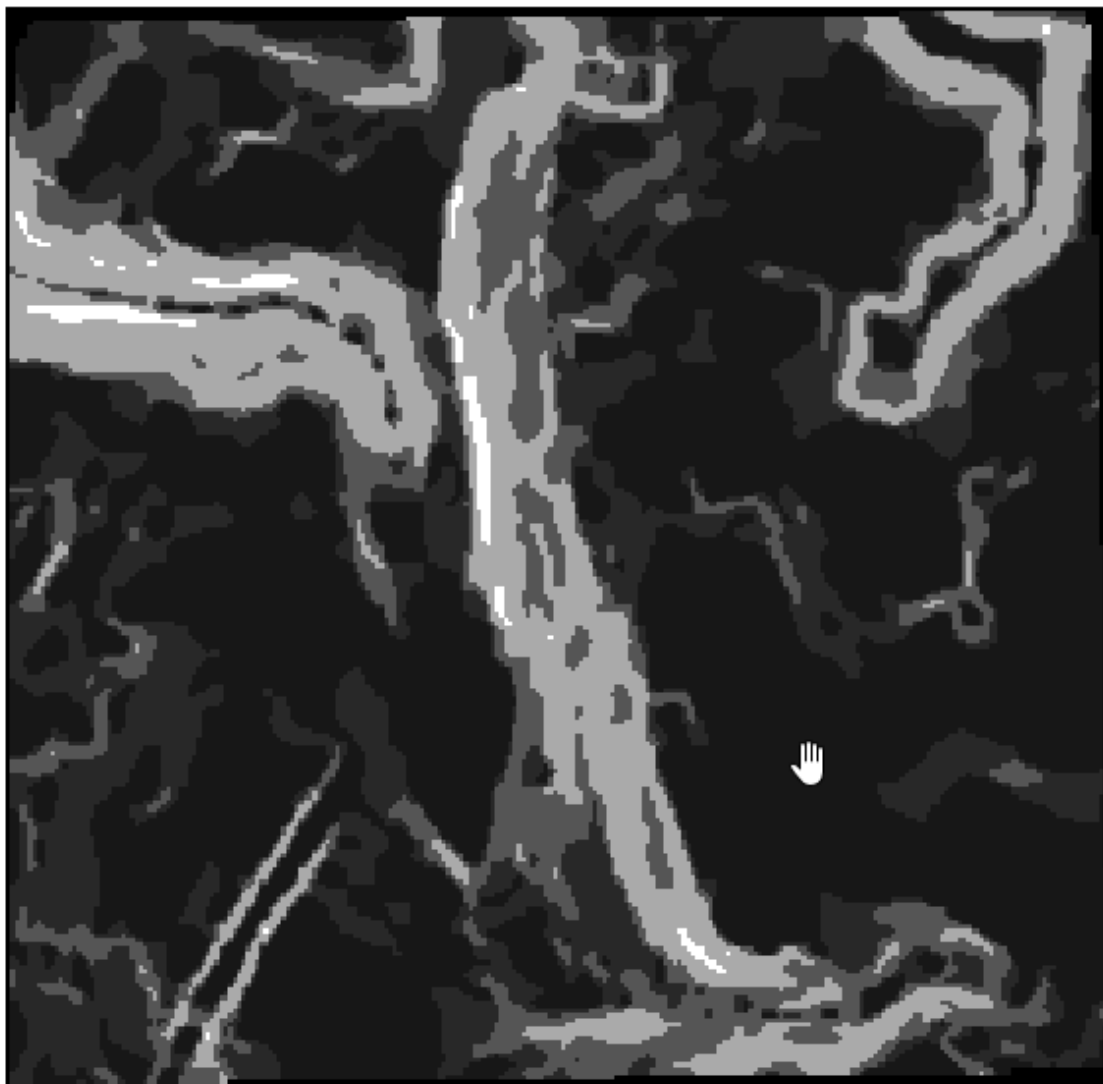
	minimum	maximum	new
1	0	7	7
2	7	12	12
3	12	25	25
4	25	50	50
5	50	75	75
6	75	100	100

Nota: Complete la tabla fija con base en clasificación de la pendiente (tabla 2). Una vez terminado el procedimiento anterior dar clic en ejecutar.

16. Tematizar la capa Pendiente_reclas

Después de reclasificar la pendiente se genera una nueva capa temporal como la de la figura 30. Esta capa debe ser guardada y posteriormente se tematiza.

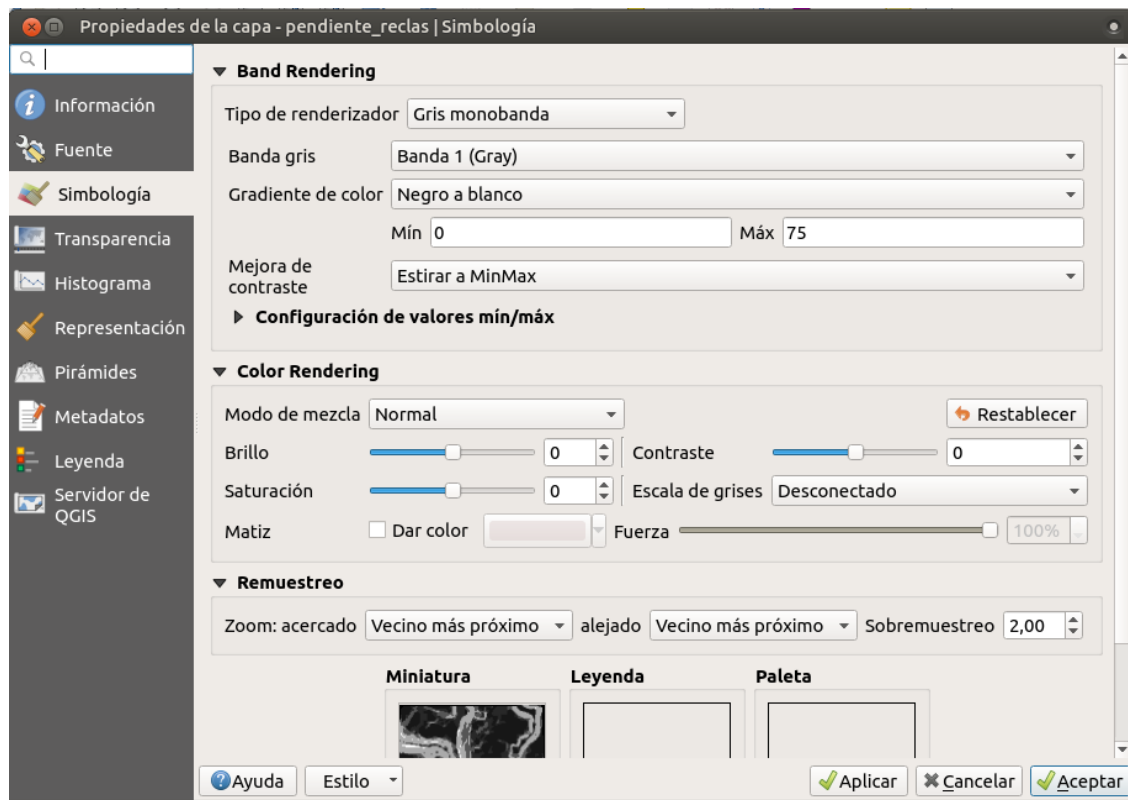
Figura 31. Pendiente_reclas



17. Tematizar capa de Pendiente_reclas

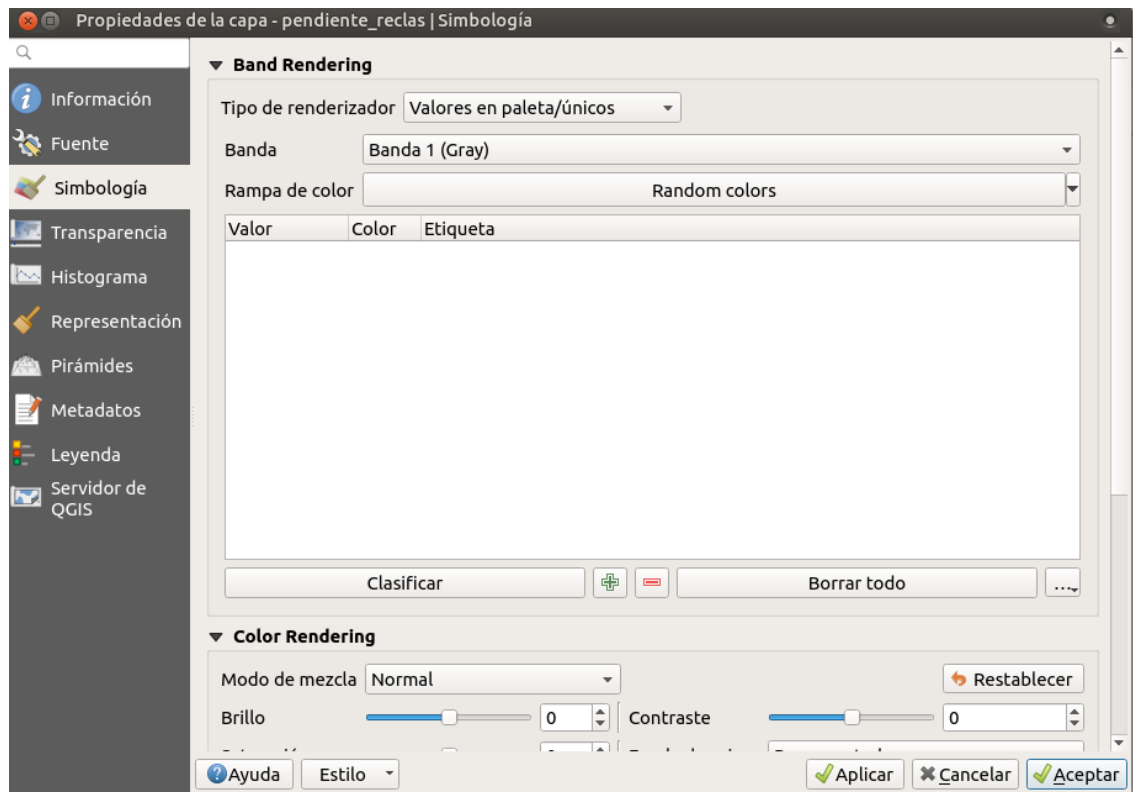
Para tematizar la capa Pendiente_reclas, ingresar a las propiedades de la capa>Simbología

Figura 32. Propiedades de la capa



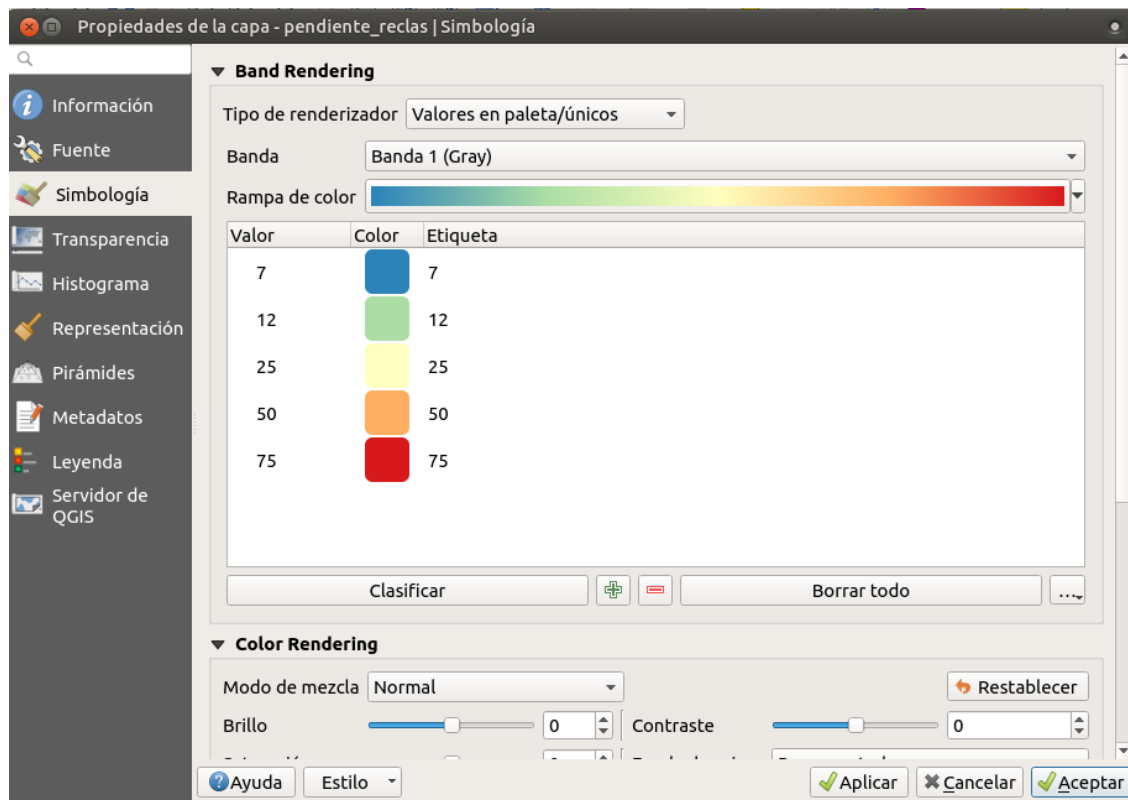
Nota: En el campo **Tipo de renderizador** seleccionar **Valores en paleta/únicos**

Figura 33. Añadir valores de la capa ráster



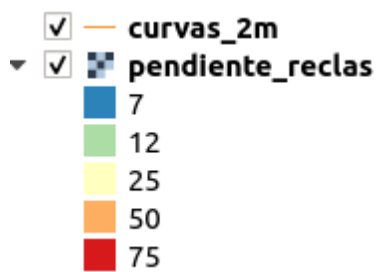
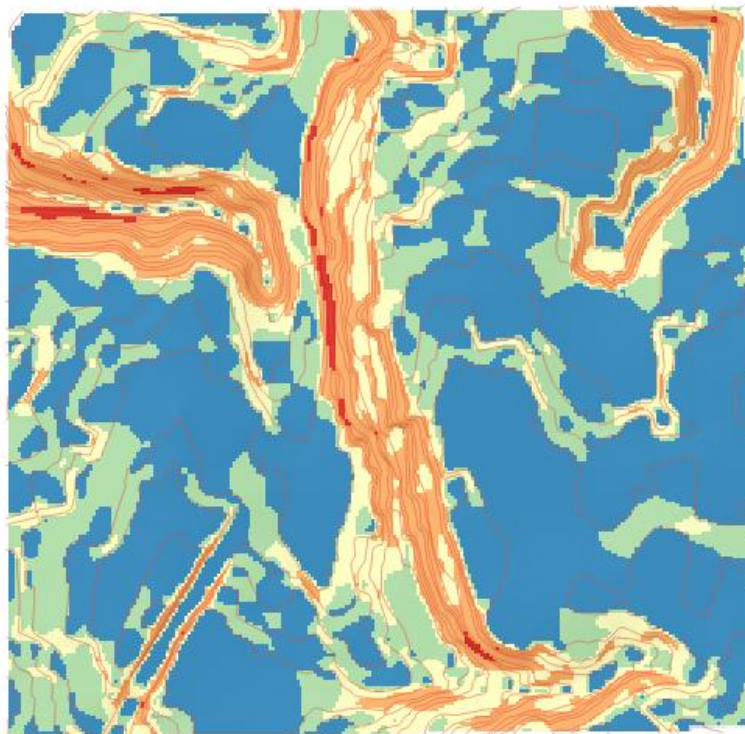
Nota: Dar clic en **Clasificar** para agregar los valores de las pendientes.

Figura 34. Selección Rampa de colores



Nota: Seleccionó la rampa de colores **Spectral1**, para describir cualitativamente los valores de la pendiente de la zona de estudio.

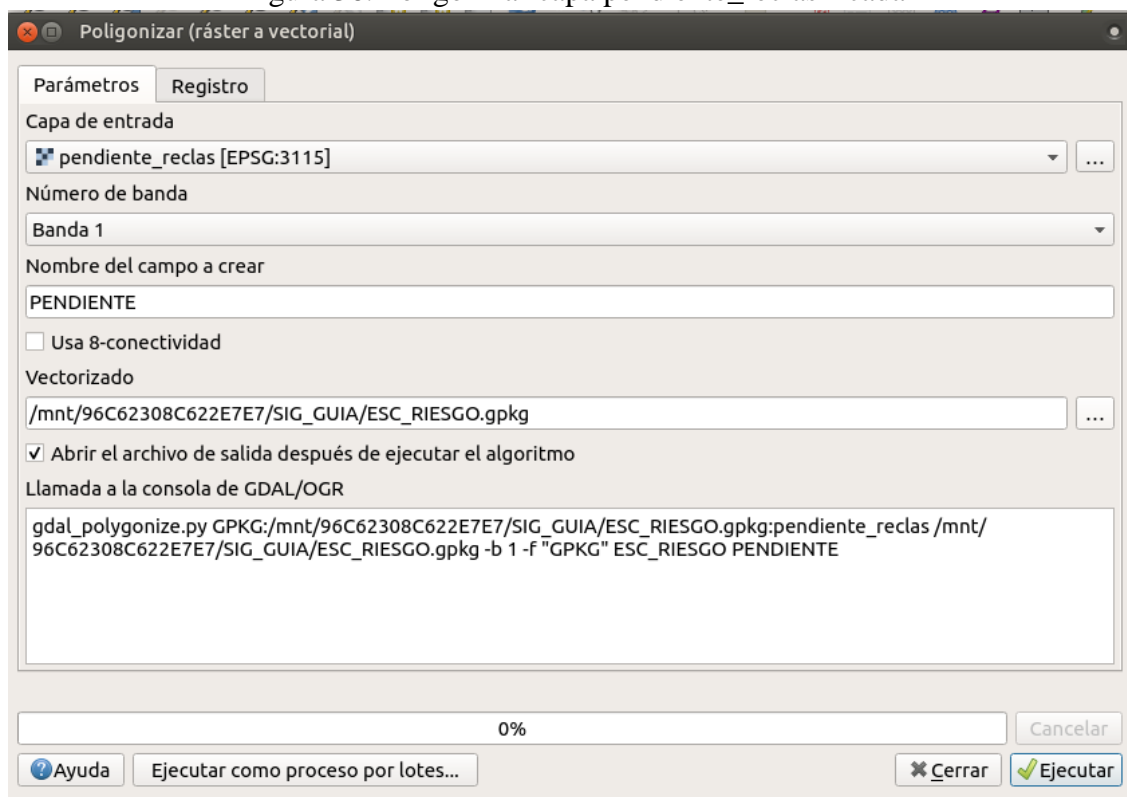
Figura 35. Pendientes del área de estudio



18. Poligonizar capa pendiente_reclas

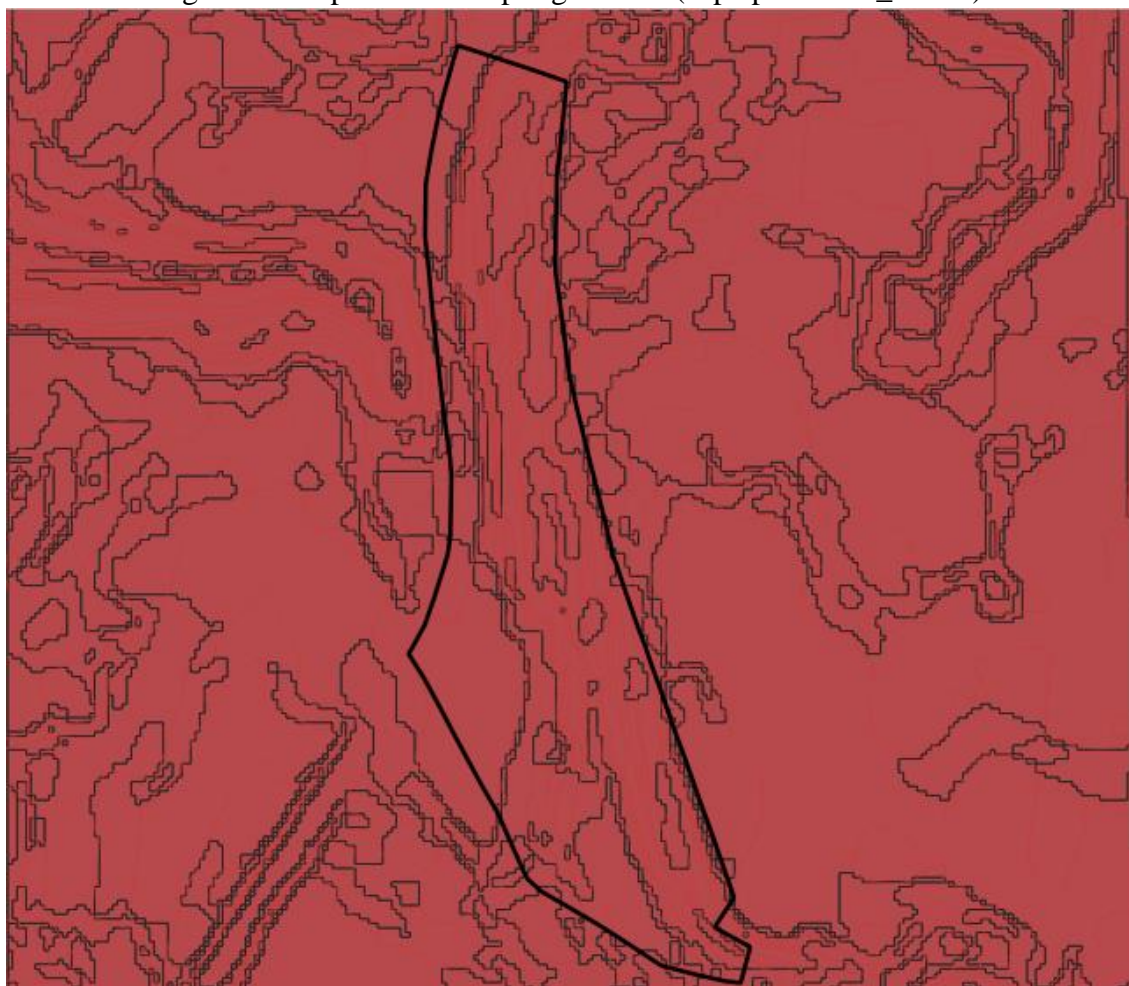
Para convertir una capa raster a vectorial, es decir, poligonizar una capa. Este procedimiento ingresar a Ráster>Conversión>Poligonizar (ráster a vectorial). (ver figura 36 y 37).

Figura 36. Poligonizar capa pendiente_reclasificada



Nota: En el campo Nombre del campo a crear, escribir PENDIENTE

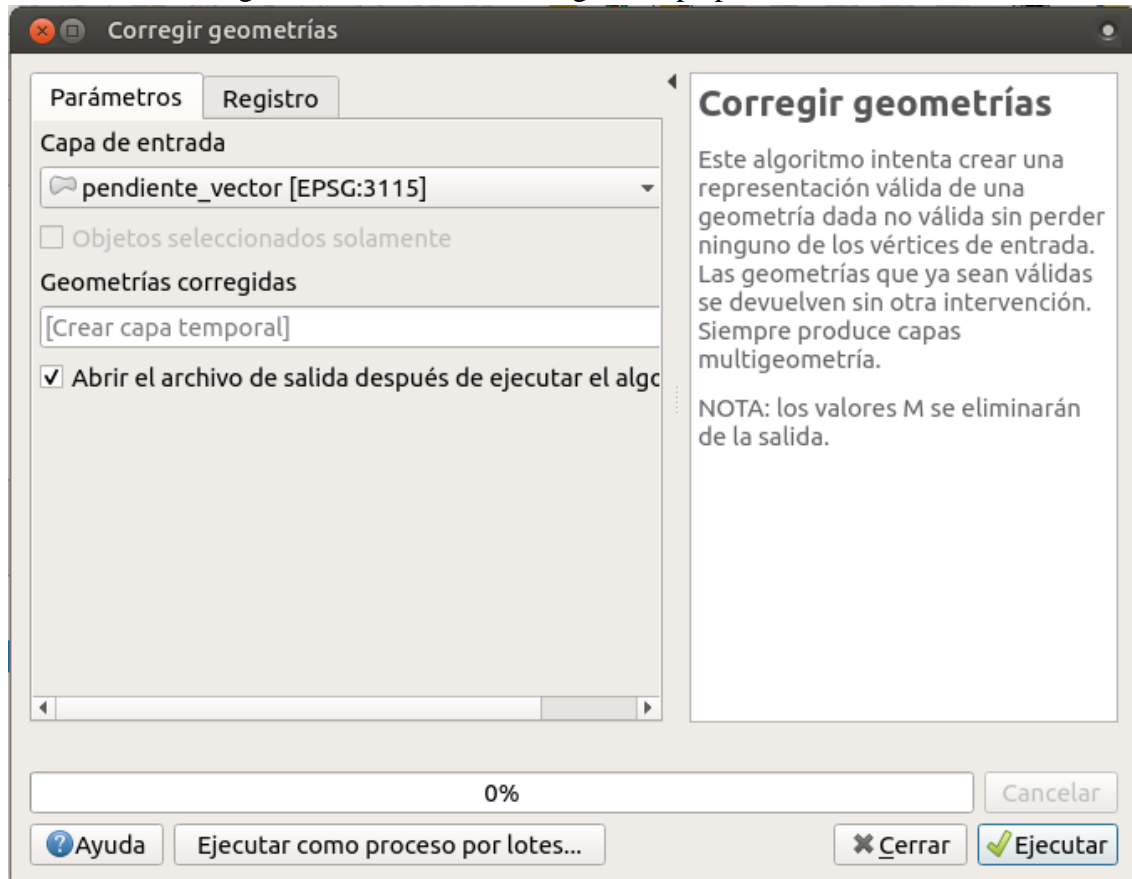
Figura 37. Capa resultante poligonizada (capa pendiente_vector).



19. Corregir geometrías de la capa pendiente_vector

Para ello, ingresar en caja de herramienta de proceso>corregir geometrías (ver figura 38 y 39).

Figura 38. Geometrías corregidas capa pendiente_vector



20. Cortar área de estudio con la capa de pendiente con las geometrías corregidas

Una vez cortada la capa, se le deben modificar la tabla de atributos con base en la tabla 2 (Clasificación de la pendiente con base en la metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014)). (ver figura 39 y 40).

Figura 39. Tabla de atributos de la capa pendiente

pendiente :: Objetos totales: 119, Filtrados: 119, Se

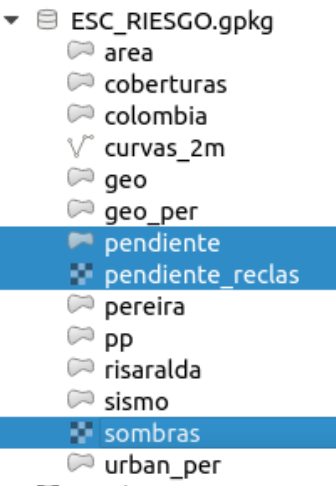
	fid	PENDIENTE	PEN_PORC	SR
1	417	7	Muy Baja	1
2	939	7	Muy Baja	1
3	958	7	Muy Baja	1
4	433	7	Muy Baja	1
5	845	7	Muy Baja	1
6	837	7	Muy Baja	1
7	598	7	Muy Baja	1
8	253	7	Muy Baja	1
9	741	7	Muy Baja	1
10	906	7	Muy Baja	1
11	168	12	Baja	2
12	428	12	Baja	2
13	658	25	Baja	2
14	165	25	Baja	2
15	528	12	Baja	2
16	160	25	Baja	2
17	529	25	Baja	2
18	684	25	Baja	2

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 40. Capa pendiente



21. Almacenar los datos del ejercicio en una única capa geopackage y rasterizar la capa **pendiente**. En este ejemplo los datos se almacenaron en la **capa ESC_RIESGO.gpkg**

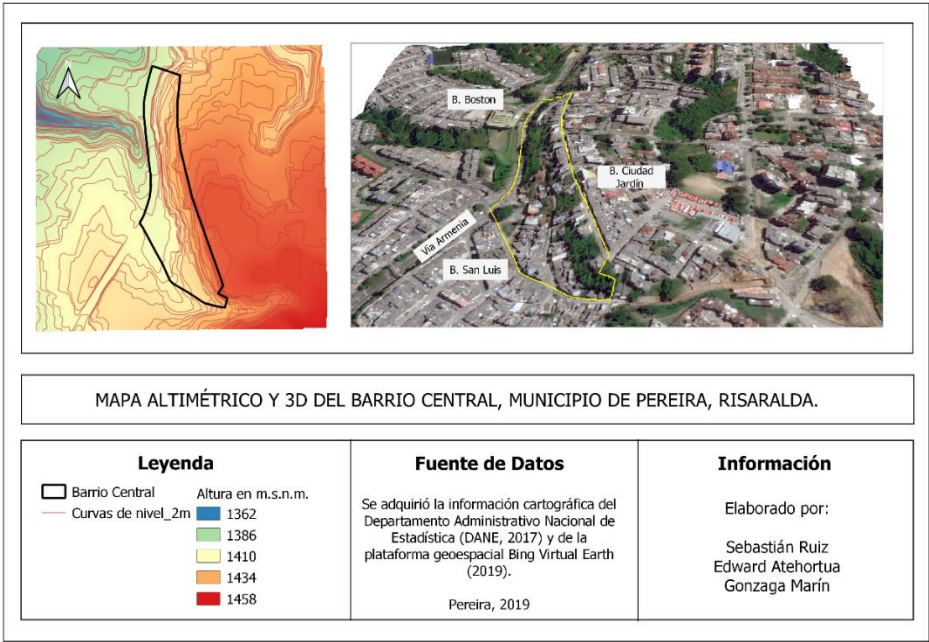


Nota: La capa **pendiente** se rasterizó y el nombre de la nueva capa es **DR**.

21. Elaboración de mapas

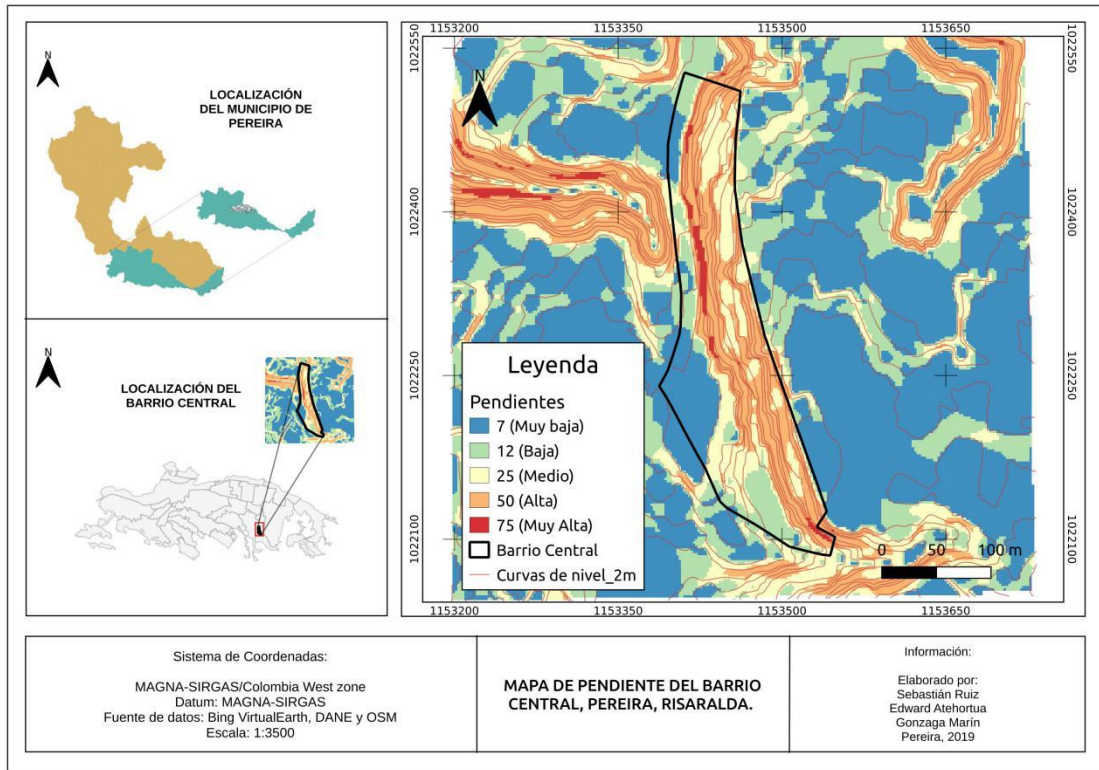
La figura 36 (Mapa altimétrico y 3D) se elaboró con el fin de contextualizar a el lectores de las dinámicas geomorfología que tiene la zona de estudio. En ese sentido, representa la variedad altitudinal y las depresiones naturales que presenta el área de estudio.

Figura 36. Mapa altimétrico y 3D



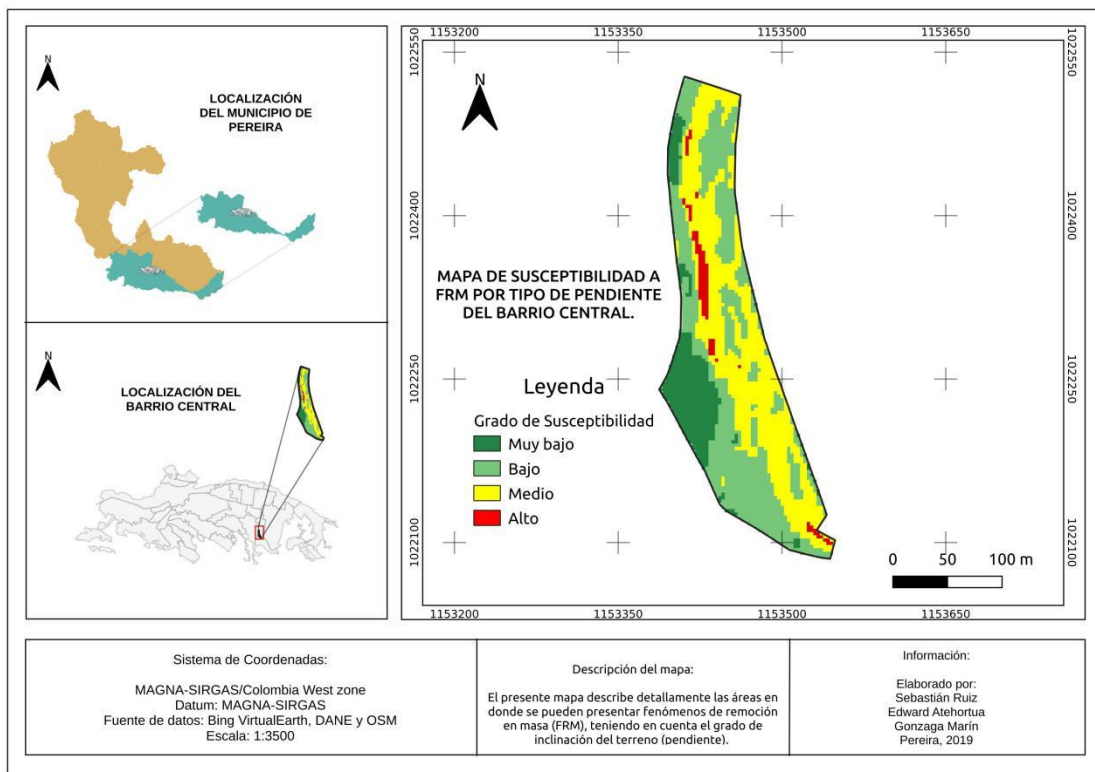
La figura 37 (Mapa de pendiente) tiene como objetivo representar mediante colores zonas del territorio con pendiente semejante, es decir, con la misma inclinación de una superficie con respecto a la horizontal. Cabe resaltar que la zona de estudio presenta porcentajes de pendientes altos entre el 50% y el 75%.

Figura 37. Mapa de pendiente



La figura 38 (mapa de susceptibilidad de pendiente a FRM por tipo de pendiente), describe que la zona de estudio presenta una susceptibilidad ante un posible fenómeno de remoción en masa, moderada y alta, debido a que se identificaron pendientes entre un 50% y 70% (figura 36; mapa de pendiente). Además, tiene una geomorfología escarpada o moderadamente empinada (figura 35; mapa altimétrico y 3D).

Figura 38. Mapa de susceptibilidad a FRM por tipo de pendiente



C) Coberturas Vegetales y Uso del Suelo (SC)

El papel de la vegetación en la estabilidad del suelo radica en el efecto mecánico del sistema radicular de las plantas y arbustos que favorecen la estabilidad de las laderas al incrementar la resistencia del suelo a deslizarse. Además, la vegetación influencia en la estabilidad de las laderas mediante la reducción de la humedad del suelo por evapotranspiración e interceptación, (Burgos & Reina, 2015).

Procedimiento para la Identificación de Coberturas y Usos del Suelo

Debido a que el presente ejemplo se realiza con datos libres y abiertos al público general, no se cuenta con una imagen satelital de alta resolución o una ortofotografía tomada por un vehículo aéreo no tripulado (VANT), comúnmente llamado dron, que permita la identificación precisa y detallada de cada una de las coberturas y usos del suelo de la zona de estudio (Barrio Central). Por ello, se recomienda que los investigadores realicen un reconocimiento en campo, donde identifiquen cada una de las coberturas y usos del suelo del área de estudio.

Teniendo en cuenta lo anterior, se utilizarán los SIG Móviles para la identificación de las coberturas y usos del suelo en campo, es decir, se usarán los teléfonos inteligentes (smartphone), equipados con la aplicación móvil **KoBoCollect**, para realizar el registro de cada una de las coberturas y usos del suelo del Barrio Central. El manejo de los **SIG Móviles** fue explicado en el **capítulo No. 3.2** de la presente guía, se recomienda a los investigadores consultarlo para realizar este ejercicio, debido a que en este apartado no se detallará el procedimiento para realizar la captura de los datos geográficos.

A continuación, se explica de manera general el procedimiento para realizar la captura de los datos geográficos en campo utilizando los SIG Móviles como herramienta.

1. Creación del formulario en la App KoBoCollect

La figura 39, es un ejemplo como debería elaborarse el formulario, es decir que campos mínimos se requieren para realizar la captura de los datos geográficos (identificación de las coberturas de usos del suelo).

Figura 39: Formulario para la identificación de coberturas y usos del suelo

21/3/2019 Coberturas y Usos del Suelo del Barrio Central

Coberturas y Usos del Suelo del Barrio Central

Fecha y Hora

yyyy-mm-dd hh:mm

Tipo de Cobertura

Fotografía

Haga clic aquí para subir el archivo. (<5MB)


Coordenadas

latitud (x,y °)

longitud (x,y °)

altitud (m)

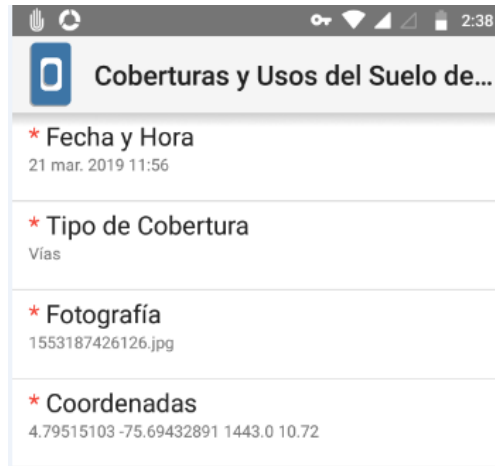
precisión (m)



2. Captura de datos en campo

Para que la captura de datos en campo se desarrolle de manera exitosa, se debe tener en cuenta **la hora, fecha y disponibilidad de satélites** antes de ir a realizar la toma de datos en campo, es decir, se debe planear con anticipación la toma de datos, como se explica en el capítulo No. 3.2.

Figura 40: Ejemplo de identificación de una cobertura y uso del suelo en campo



The screenshot shows a mobile application interface with a status bar at the top displaying the time as 2:38. The app title is "Coberturas y Usos del Suelo de...". Below the title, there are four data entry fields, each marked with a red asterisk:

- * Fecha y Hora**: 21 mar. 2019 11:56
- * Tipo de Cobertura**: Vías
- * Fotografía**: 1553187426126.jpg
- * Coordenadas**: 4.79515103 -75.69432891 1443.0 10.72

3. Exportación de los datos geográficos a QGIS

Después de realizar la captura y procesamiento de los datos geográficos, estos deben ser exportados a QGIS, con el fin de elaborar los polígonos de las coberturas y usos del suelo, teniendo en cuenta los datos y observaciones realizadas en campo.

Figura 8: Exportación de los datos geográficos a QGIS

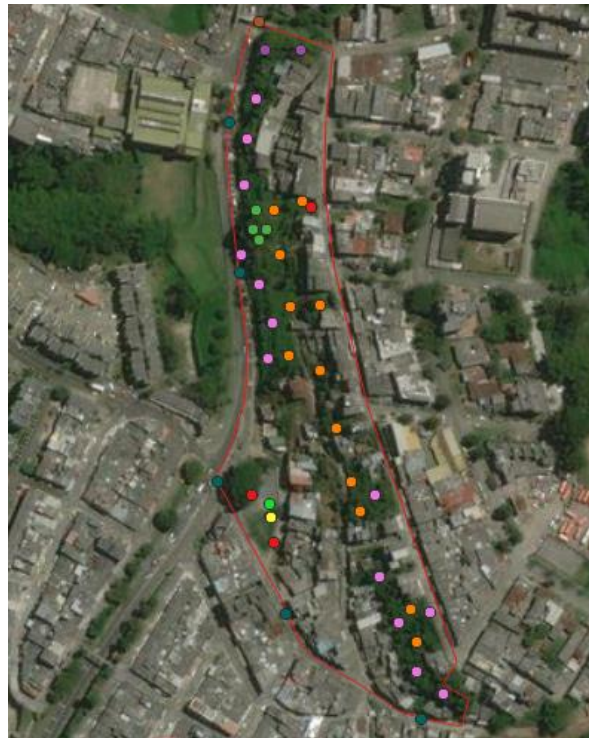
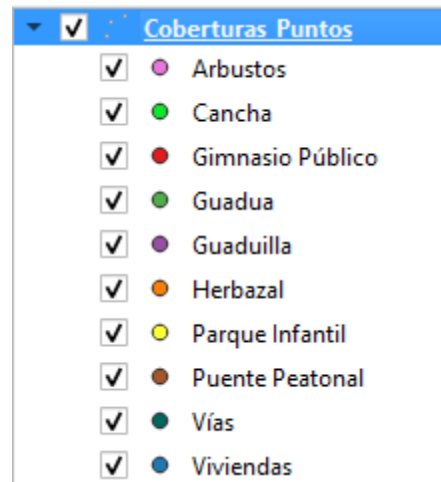


Figura 41: Clasificación de las coberturas por colores



Notas: Los puntos tomados en campo, debe clasificarse de acuerdo con el tipo cobertura o uso del suelo, es decir, por ejemplo la cobertura arbustos se identifica con color lila, cobertura cancha con el color verde, y así sucesivamente cada cobertura tiene un color que la identifica.

4. Clasificación de las coberturas con base en La Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, IDEAM 2010

Ante de la elaboración de los polígonos de acuerdo con las coberturas y usos del suelo identificados en campo, se deben calificar con base en La Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, IDEAM 2010, debido a que el IDEAM como institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, adoptó la metodología Corine Land Cover para Colombia a escala 1:100000. Es decir, que esta metodología permite contribuir a la producción ordenada, estandarizada, sistemática e interinstitucional de la cartografía de coberturas de la tierra del país, como herramienta de apoyo para la gestión sostenible de los recursos naturales, (IDEAM, 2010).

Teniendo en cuenta que esta metodología fue elaborada para Colombia a una escala 1:100000, y la escala del presente estudio es 1:5000, se requiere realizar un ajuste de los parámetros establecidos en la metodología de acuerdo con la escala de trabajo del estudio.

Tabla 3. Clasificación de las coberturas con base en La Leyenda Nacional De Coberturas De La Tierra, IDEAM 2010

Coberturas Identificadas en Campo	Clasificación con base en La Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, IDEAM 2010
Arbustos	Vegetación secundaria alta
Cancha	Áreas deportivas
Gimnasio Público	Áreas deportivas
Guadua	Bosque ripario
Guaduilla	Bosque ripario
Herbazal	Vegetación secundaria baja
Parque Infantil	Áreas deportivas
Puente Peatonal	Red vía y territorios asociados
Vías	Red vía y territorios asociados
Viviendas	Urbano tejido discontinuo

5. Evaluación de las coberturas y usos del suelo con base en la metodología **Evaluación-Multicriterio**

La evaluación de la coberturas y usos del suelo, se realiza teniendo en cuenta la estabilidad del suelo, es decir, que coberturas y usos del suelo favorecen la estabilidad de las laderas e incrementan la resistencia del suelo a deslizarse.

Tabla 4. Escala de Evaluación de las coberturas y usos del suelo con base en la metodología Evaluación-Multicriterio

Categoría	SC
Muy Baja	1
Baja	2
Medio	3
Alta	4
Muy Alta	5

Tabla 5. Evaluación de las coberturas y usos del suelo con base en la metodología Evaluación-Multicriterio

Cobertura	Categoría	SC
Áreas deportivas	Muy Baja	1
Red vía y territorios asociados	Muy Baja	1
Tejido urbano discontinuo	Muy Baja	1
Bosque ripario	Baja	2
Vegetación secundaria alta	Moderada	3
Vegetación secundaria baja	Alta	4

6. Digitalizar las Coberturas y Usos del Suelo del Barrio Central

Para realizar la digitalización de las Cobertura y Usos del Suelo del Barrio Central, lo primero que se debe hacer es **crear la capa Geopackage** donde se almacenarán los datos, (ver figura 42).

Figura 42: Capa Geopackage de Coberturas y Usos del Suelo

Nueva capa GeoPackage

Base de datos: 2308C622E7E7/SIG_GUIA/ESC_RIESGO.gpkg

Nombre de la tabla: cobertura

Tipo de geometría: Polígono

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

EPSG:4326 - WGS 84

Nuevo campo

Nombre:

Tipo: 123 Número entero (entero)

Longitud máxima:

Añadir a la lista de campos

Lista de campos

Nombre	Tipo	Longitud
Cobertura	text	50
Calificacion	text	50
SC	integer	

Eliminar campo

Opciones avanzadas

Ayuda Cancelar Aceptar

Nota 1: La capa debe tener los siguientes tres campos: Cobertura, Calificación y SC. Los campos Cobertura y Calificación debe ser tipo texto de longitud 50, y el campo SC debe ser tipo número entero.

Nota 2: Es importante que la ruta donde se guarde el Proyecto sea la más corta posible, debido a que rutas muy largas generan demoras a la hora de procesar los archivos el programa. Ejemplo de una ruta corta: (D:\Ejercicio1); esta ruta nos indica que el Proyecto se almacenó en el disco local D y que la carpeta donde se encuentra es Ejercicio1. Por otra parte, el nombre con el cual se guarde el Proyecto en QGIS o alguno de sus elementos, no debe tener caracteres como por ejemplo: comas, tildes, guiones medios, signos de expresión, ningún otro tipo de carácter, además, el nombre no puede tener espacios entre las palabras.

Después de crear la capa Coberturas.gpkg, se agrega la capa **Bing VirtualEarth** de los XYZ Tiles a QGIS, (ver figura 7).

Figura 43. Capa Coberturas.gpkg y capa Bing VirtualEarth



6.1 Creación de Formularios para la capa Coberturas

La creación de formularios en QGIS, permiten al usuario SIG recopilar la información de manera rápida y ordenada. Por ende, se crea un formulario para la **capa coberturas**, teniendo en cuenta la Evaluación de las coberturas y usos del suelo con base en la metodología Evaluación-Multicriterio (tabla 3).

La elaboración de un formulario para la capa cobertura, permitirá digitalizar rápidamente cada una de las coberturas identificadas en campo con base en la tabla 3.

A continuación se describe el procedimiento para crear un formulario en QGIS.


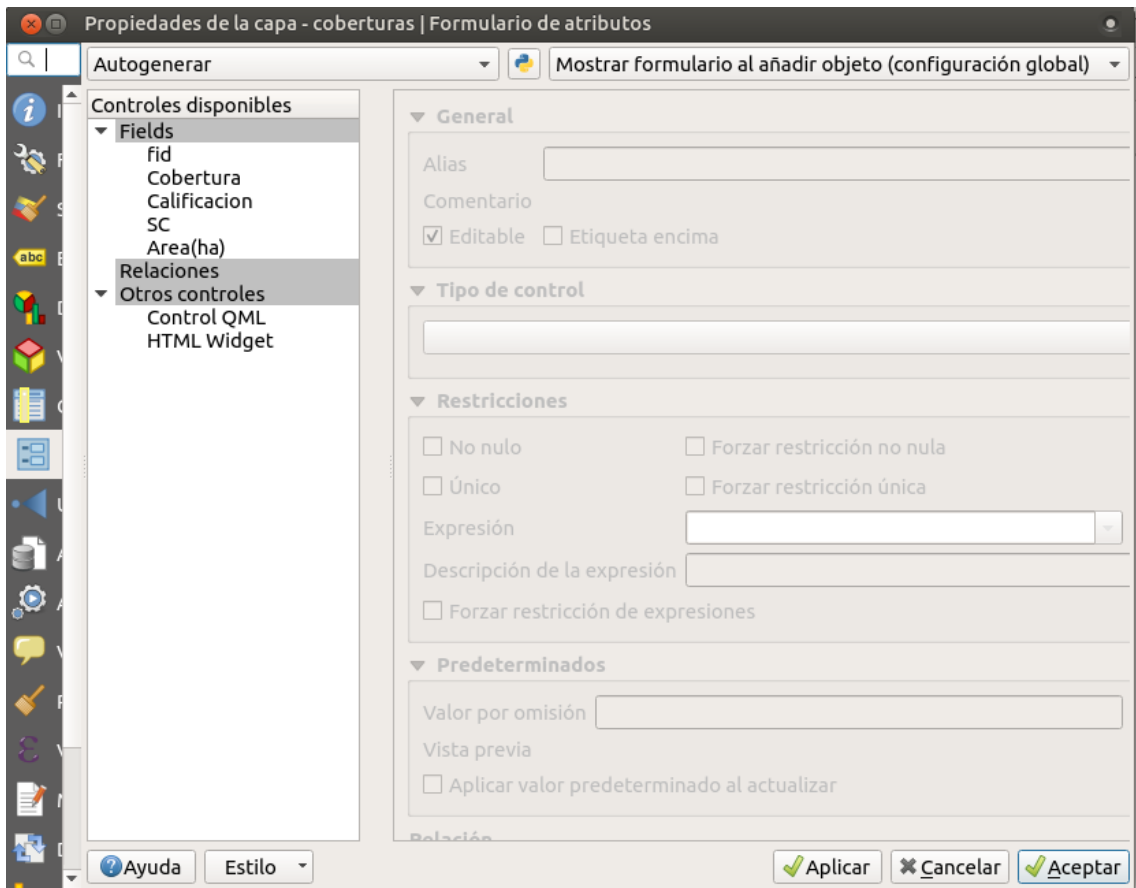
Para la creación de un formulario en QGIS, ingresar a las propiedades de la **capa Coberturas** y dar clic en **Formulario**  (ver figura 44).

Figura 44: Propiedades de la capa



Una vez ingresado al **Formulario**, dar clic en el campo **Cobertura** y luego en **Tipo de Control**, seleccionar **Mapa de Valor**. Después de seleccionar mapa de valor, se visualizará un cuadro con los campos **Valor** y

Descripción.

	Valor	Descripción
1		

En los campos valor y descripción, debe llenarse la siguiente información de la tabla 5 correspondiente al campo de **coberturas**, (ver figura 45).

Figura 45: Formulario de Atributos para el campo Coberturas

Propiedades de la capa - coberturas | Formulario de atributos

Autogenerar Mostrar formulario al añadir objeto (configuración global)

Controles disponibles

- Fields
 - fid
 - Coberturas**
 - Calificacion
 - SC
- Relaciones
- Otros controles
 - Control QML
 - HTML Widget

General

Alias

Comentario

☒ Editable ☐ Etiqueta encima

Tipo de control

Mapa de valor

Cuadro combinado con elementos predefinidos. El valor se guarda en el campo, la descripción se muestra en el cuadro combinado.

	Valor	Descripción
1	vegetacion_secundaria_alta	vegetacion_secundaria_alta
2	areas_deportivas	areas_deportivas
3	bosque_ripario	bosque_ripario
4	vegetacion_secundaria_baja	vegetacion_secundaria_baja
5	red_via_y_territorios_asociados	red_via_y_territorios_asociados
6	urbano_teiido_discontinuo	urbano_teiido_discontinuo

Restricciones

Nota: Teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas sobre los nombres y los caracteres con los cuales debe guardarse los proyectos y los elementos en QGIS, se debe modificar los nombres y los caracteres de la **tabla 5** (Evaluación de las coberturas y usos del suelo con base en la metodología Evaluación-Multicriterio), con el fin de evitar que se presente inconvenientes en el manejo del software.

La recomendación que es editar los nombres de los campos y elementos de la tabla 5, es decir, reemplazar los espacios entre las palabras por un guion bajo y a las palabras que estén con tildes dejarlas sin tildes. Por ejemplo: **Áreas deportivas**, deberá escribirse en el formulario de la siguiente manera **Area_deportivas**. Y este procedimiento deberá realizarse para cada una de las coberturas.

El formulario anterior, deberá elaborarse para los campos **Calificacion** **SC** (ver figuras 46 y 47).

Figura 46. Formulario de Atributos para el campo Calificación

Propiedades de la capa - coberturas | Formulario de atributos

Autogenerar Mostrar formulario al añadir objeto (configuración global)

Controles disponibles

- Fields
 - fid
 - Coberturas
 - Calificación**
 - SC
- Relaciones
- Otros controles
 - Control QML
 - HTML Widget

General

Alias

Comentario

☒ Editable ☐ Etiqueta encima

Tipo de control

Mapa de valor

Cuadro combinado con elementos predefinidos. El valor se guarda en el campo, la descripción se muestra en el cuadro combinado.

	Valor	Descripción
1	muy_baja	muy_baja
2	baja	baja
3	moderada	moderada
4	alta	alta
5		

Restricciones

Figura 47. Formulario de Atributos para el campo Factor Sc

Propiedades de la capa - coberturas | Formulario de atributos

Autogenerar

Mostrar formulario al añadir objeto (configuración global)

Controles disponibles

- Fields
 - fid
 - Coberturas
 - Calificación
 - SC**
- Relaciones
- Otros controles
 - Control QML
 - HTML Widget

General

Alias

Comentario

☒ Editable ☐ Etiqueta encima

Tipo de control

Mapa de valor

Cuadro combinado con elementos predefinidos. El valor se guarda en el campo, la descripción se muestra en el cuadro combinado.

Cargar datos desde capa Cargar datos de archivo CSV

	Valor	Descripción
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6		

Añadir valor NULO Eliminar lo seleccionado

Restricciones

Ayuda Estilo

Aplicar Cancelar Aceptar

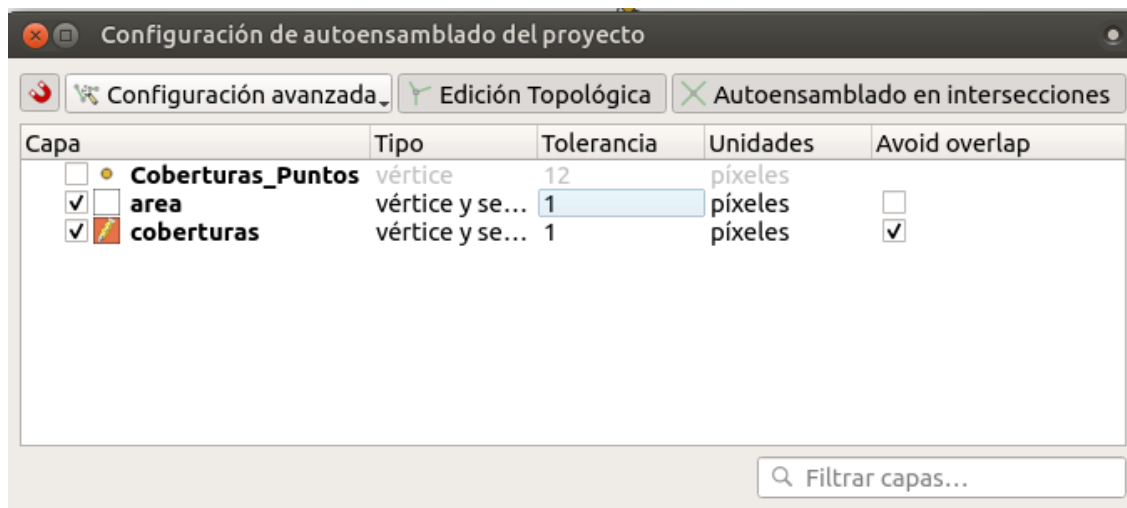
6.2 Creación de polígonos para la capa coberturas

La creación de los polígonos de la capa coberturas se realiza con base en los formularios de atributos creados en el apartado anterior, (6.1).

Recomendaciones para la digitalización de los polígonos

2. Configurar las opciones de autoensamblado de la capa coberturas, (ver figura 48).

Figura 48: Configuración de las opciones de autoensamblado de la capa coberturas



3. Ejemplo: Digitalizado el polígono 1, (ver figura 49 y 50).

Figura 49: Completando los campos del formulario de la capa coberturas

coberturas - Atributos del objeto espacial

fid: Autogenerar

Coberturas: red_via_y_territorios_asociados

Calificacion: muy_baja

SC: 1

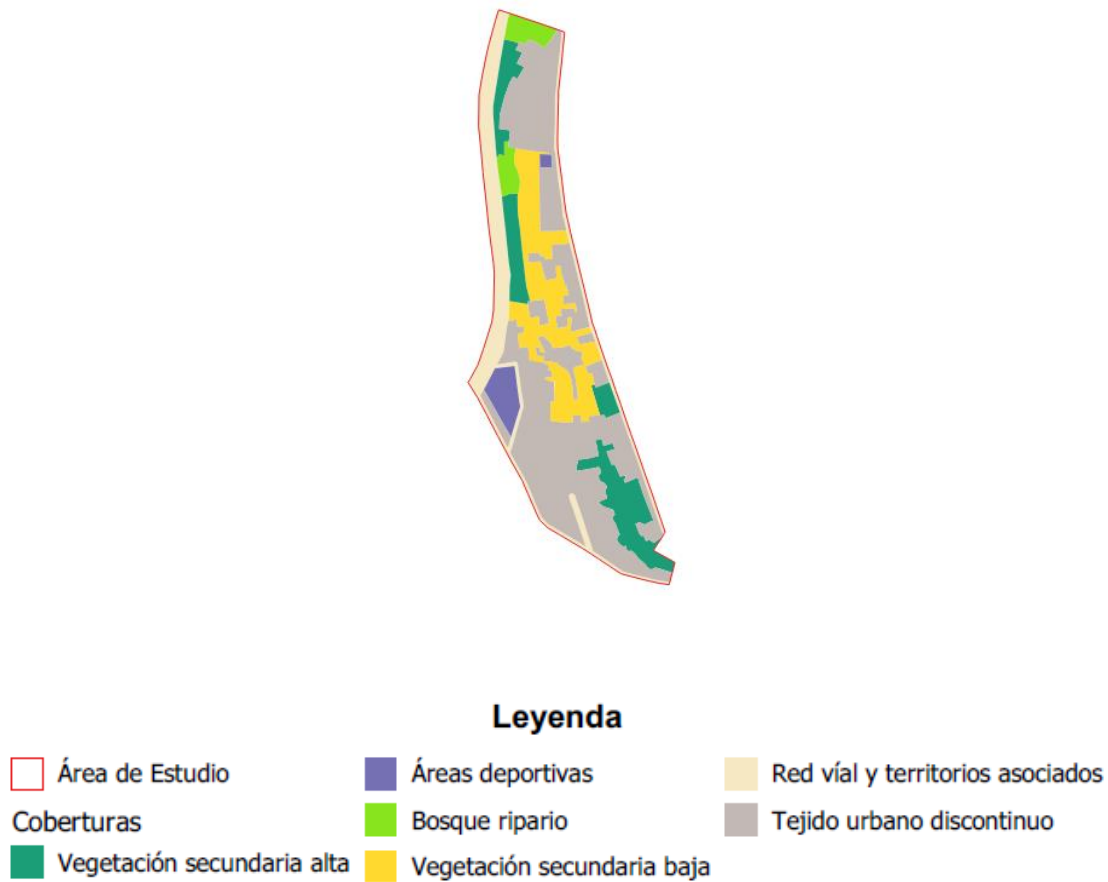
Buttons: Cancelar, Aceptar

Figura 49: Polígono de Vías y territorios asociados



Nota: Los polígonos deberán ser categorizados por colores según el tipo de cobertura, (ver figura 50).

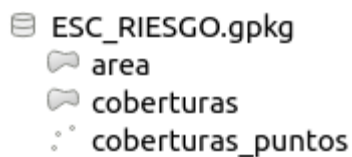
Figura 50: Coberturas y Usos del Suelo del Barrio Central



Nota: Se recomienda que para el uso de los colores se consulte la página web **ColorBrewer 2.0**, la cual le permite al usuario SIG seleccionar entre una bandeja de colores para la categorización adecuada de mapas. Para ingresar a la página web ingrese al siguiente link <http://colorbrewer2.org/#type=sequential&scheme=BuGn&n=3>

7. Almacenar los datos del ejercicio en una única capa geopackage y rasterizar la capa **coberturas**. En este ejemplo los datos se almacenaron en la **capa ESC_RIESGO.gpkg**

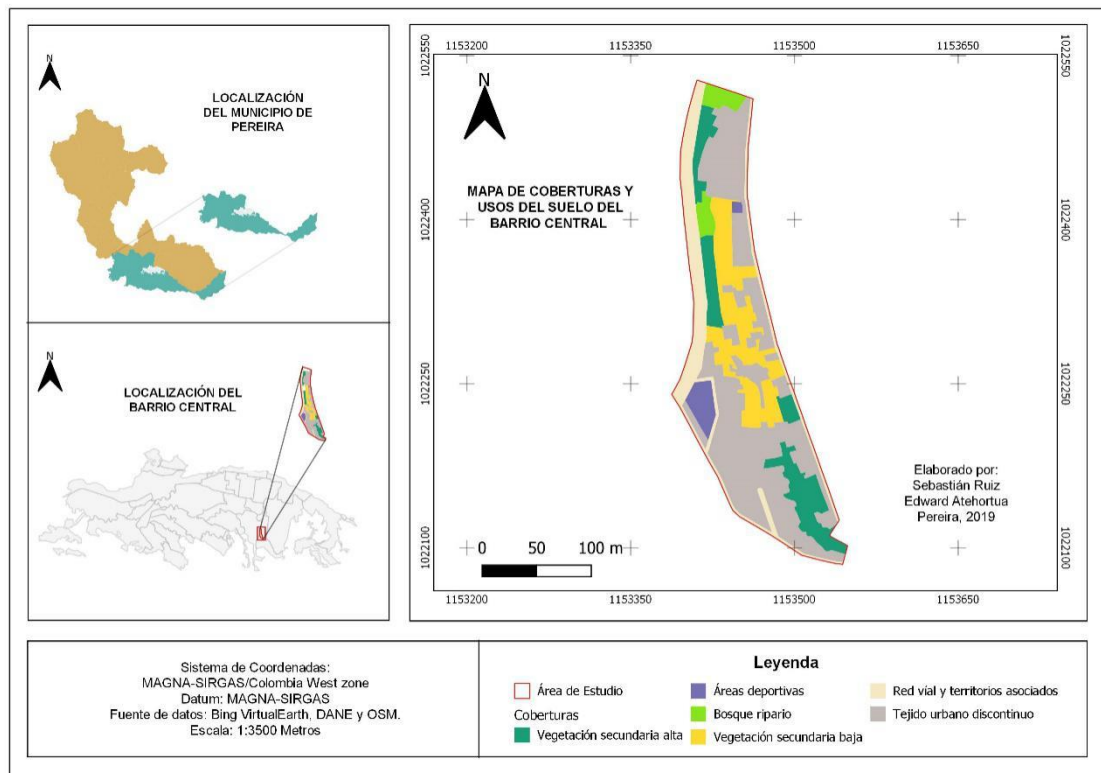
Figura 51. Geopackage coberturas_vegetales



7. Elaboración de Mapa de Cobertura y Usos del Suelo y Mapa de Susceptibilidad de Coberturas a Fenómenos de Remoción en Masa

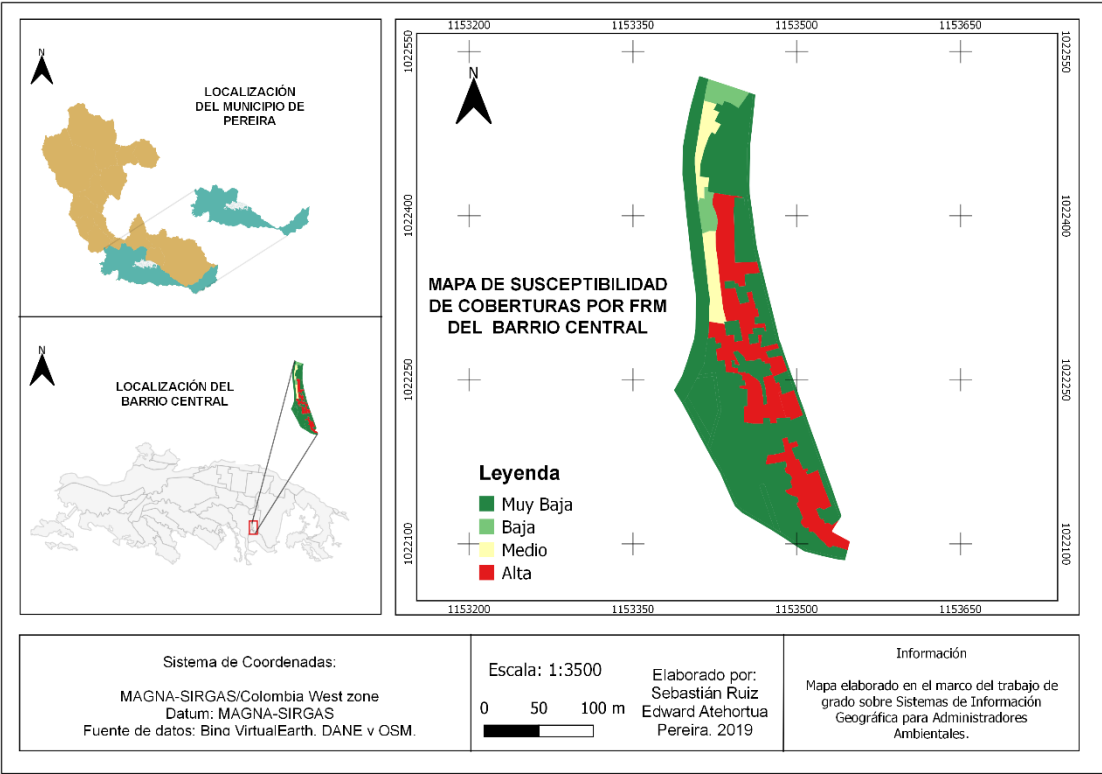
Figura 52 (Mapa de Cobertura y Usos del Suelo), permitió describir la distribución de las diferentes capas vegetales y uso actual del suelo, con base en la metodología Corine Land Cover a una escala 1:3500. En ese orden de ideas, se identificaron seis tipo de cobertura y usos del suelo y a partir estas se puede inferir que el tejido urbano continuó, la vegetación secundaria baja y alta, presentan mayor área de ocupación en la zona de estudio.

Figura 52. Mapa de Cobertura y Usos del Suelo



La figura 53 (Mapa de Susceptibilidad de Coberturas), permite identificar que la zona de estudio presenta una susceptibilidad moderada y alta, debido a que las coberturas vegetales identificadas en campo (tabla 3) se encuentra en las primera etapas de un proceso de sucesión ecológica. Por ende, la vegetación identificada como lo son herbazales y pequeños arbustos tiene un sistema radicular en desarrollo, lo cual no genera la suficiente estabilidad al suelo, es decir, incrementa la probabilidad del suelo a delirarse.

Figura 53. Mapa de Susceptibilidad de Coberturas



FACTORES DETONANTES

A) Precipitación (DP)

Para realizar el mapa amenaza por precipitación se identificaron las estaciones climatologías cercanas a la zona de estudio. Se tomó como referencia la Red Hidroclimatológica de Risaralda (REDH), en específico se consultaron los reportes multianuales (2015-2018) de la estación hidroclimatológica ubicada en la UTP, debido a la cercanía a la zona de estudio.

Teniendo lo anterior, el Barrio Central se encuentra ubicado aproximadamente a 0.68 km de la estación hidroclimatológica de la UTP, se consideró que no era un requisito elaborar un mapa de isoyectas para determinar la amenaza por precipitación multianual del área de estudio. En ese orden de ideas, el mapa de amenaza por precipitación se elaboró con base en los reportes de la estación UTP, en el período comprendido entre los años 2015-2018; se establecieron estos años como referencia debido a que cumplían con el criterio de tener registros desde el mes de enero hasta diciembre de cada uno de los años evaluados.

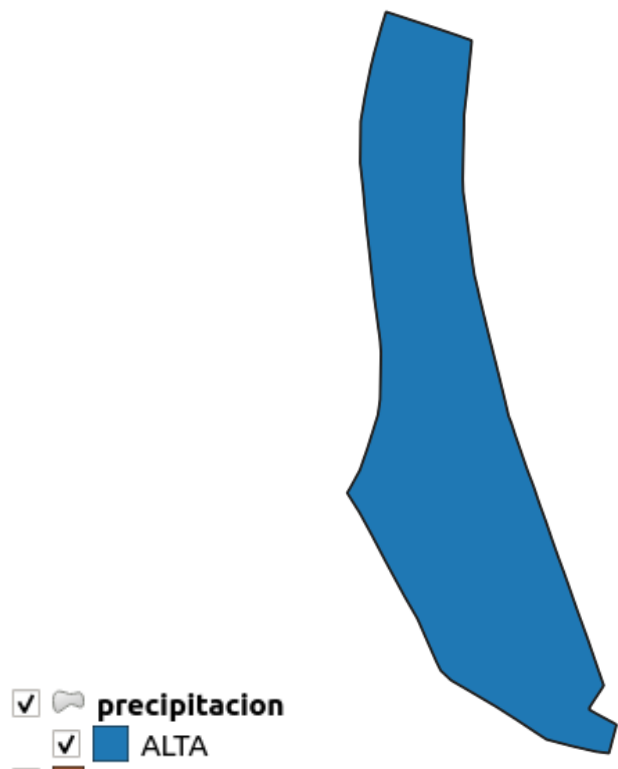
Para descargar los reportes hidroclimatológicos del departamento de Risaralda ingrese a la siguiente página web <http://www.redhidro.org/home/>

Tabla 6. Reportes multianuales de precipitación de la estación hidroclimatológica de la UTP.

ANO1	PP1	ANO2	PP2	ANO3	PP3	ANO4	PP4	ESTACION	ENTIDAD	DP	CATEGORIA
2015	1308	2016	1534	2017	2352	2018	2460	UTP	REDH	4	ALTA

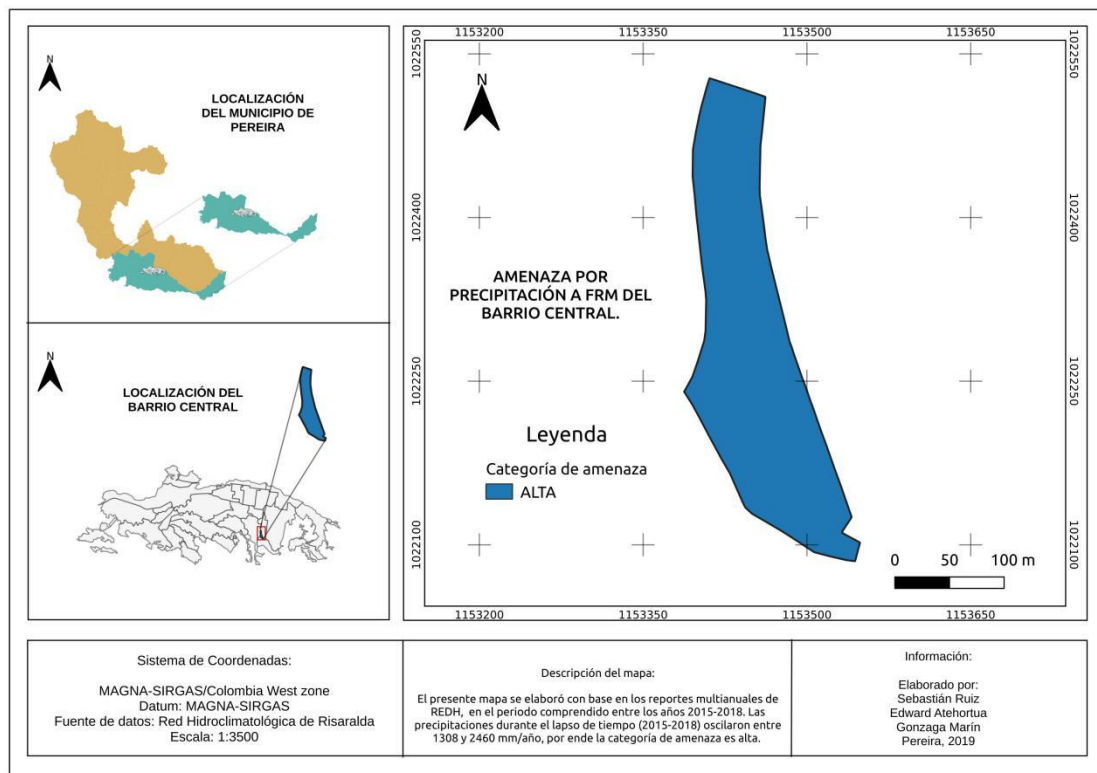
Con base en la tabla 6, crear una capa geopackage con el nombre **precipitacion**, rasterizarla y guardar los datos en la capa **ESC_RIESGO**.

Figura 54. Capa precipitación



La figura 55 (mapa de amenaza por precipitación a FRM), describe que la susceptibilidad es alta, debido a que según los reportes de la Red Hidroclimatológica de Risaralda (REDH) en el periodo de estudio (2015-2018), la precipitación promedio mutianual de la zona de estudio presentó una variación entre los 1308 y 2460 milímetros año, por ende, la amenaza es alta.

Figura 55. Elaborar el mapa de amenaza por precipitación a FRM



B) Sismicidad (DP)

Para calcular la amenaza por sismicidad a FRM que presenta la zona de estudio, se consultó los registros históricos de actividades sísmicas en la región del eje cafetero en específico de la ciudad de Pereira, elaborado por el Servicio Geológico Colombiano. También se consideraron informes técnicos, estudios de micro zonificación sísmica e investigaciones recientes sobre las condiciones de riesgo de desastres de la ciudad.

Con base en la información secundaria recolectada y teniendo en cuenta las condiciones biofísicas y ambientales de la ciudad de Pereira, se determinó que la amenaza sísmica para la zona de estudio es alta, por un lado, debido a que los registros sismos históricos en la ciudad, como los menciona CARDER, 2000 citado por Héctor Vázquez (2018, p 29) los sismos de los años 1995 y 1999, que presentaron una magnitud de 6.6 y 6.2 m/s respectivamente. Estos sismos ocasionaron los mayores daños y pérdidas en el eje cafetero y la ciudad de Pereira y sus alrededores. Según Bermúdez (2011) citado por Héctor Vázquez (2018), como principales daños y pérdidas de los sismos de 1995 y 1999 son:

Daños y pérdidas del sismo de 1995

- En edificios, casas, hospitales y edificaciones públicas.
- Principales impactos: 31 muertos, 65 heridos y 8761 desaparecidos

Daños y pérdidas del sismo de 1999

- Registraron 31 muertos, 81 desaparecidos y 21.991 viviendas afectadas; 4.642 fueron clasificadas en rojo (es decir, destruidas o severamente dañadas, lo que implica su demolición).

Por otro lado, los estudios recientes como es el trabajo de grado de Maestría del docente Héctor Vázquez (DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y RIESGO DE DESASTRES: IMPLICACIONES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE PEREIRA) dan cuenta de las crecientes condiciones de riesgo que enfrenta la ciudad.

Tabla 7. Sismicidad

DS	Categoría de Amenaza
4	Alta

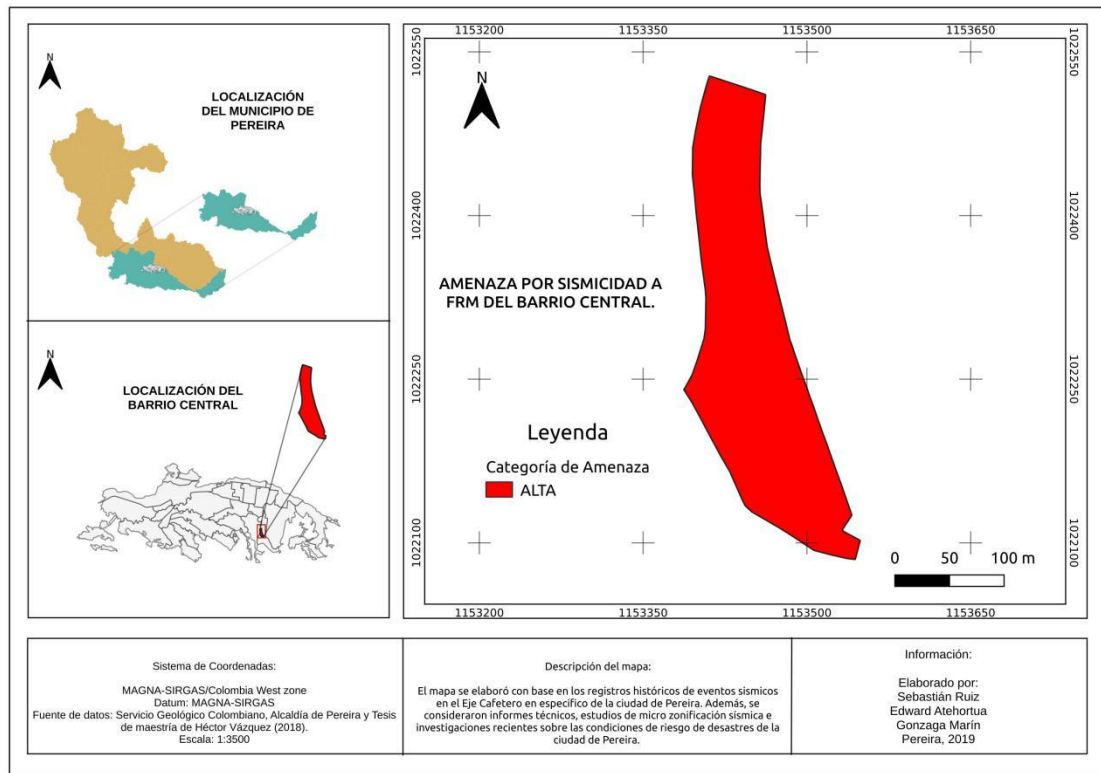
Con base en la tabla 7, crear una capa geopackage con el nombre **sismo**, rastrearla y guardar los datos en la capa **ESC_RIESGO**.

Figura 56. Capa sismo



Figura 57 (Mapa de Amenaza por sismicidad a FRM), se determinó que la amenaza sísmica es alta, debido a que, por un lado, los registros sísmicos históricos en la ciudad, como los menciona CARDER, 2000 citado por Héctor Vázquez (2018, p 29) los sismos de los años 1995 y 1999, que presentaron una magnitud de 6.6 y 6.2 m/s respectivamente. Estos sismos ocasionaron los mayores daños y pérdidas en el eje cafetero y la ciudad de Pereira y sus alrededores. Por otro lado, los estudios recientes como es el trabajo de grado de Maestría del docente Héctor Vázquez (DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y RIESGO DE DESASTRES: IMPLICACIONES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE PEREIRA) dan cuenta de las crecientes condiciones de riesgo que enfrenta la ciudad.

Figura 57. Mapa de Amenaza por sismicidad a FRM



ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS

Para realizar la zonificación de amenazas, se requiere que previamente se hayan calculado los **factores de susceptibilidad** (geología (SG), geomorfología en específico la pendiente (SR), coberturas vegetales y usos del suelo (SC) y los **factores detonantes** (precipitación (DP) y sismicidad (DS). En este orden de ideas, la metodología que se utilizó para determinar la amenaza por FRM, fue la Sergio Mora y Wilhelm-Guenther Varhson quienes para el año 1991 clasificaron la amenaza por deslizamientos en determinada zona o región utilizando indicadores morfo dinámicos del terreno.

Ahora bien, el calculo de la amenaza se puede expresar a través de la siguiente relación matemática:

Ecuación 1

Donde:

H: Amenaza

SUSC: Producto entre los elementos intrínsecos (Factores de Susceptibilidad)

DET: Sumatoria entre los elementos extrínsecos (Factores detonantes)

De tal forma que la combinación de estos factores da como resultado que la ecuación 1 se pueda expresar como sigue:

Ecuación 2:

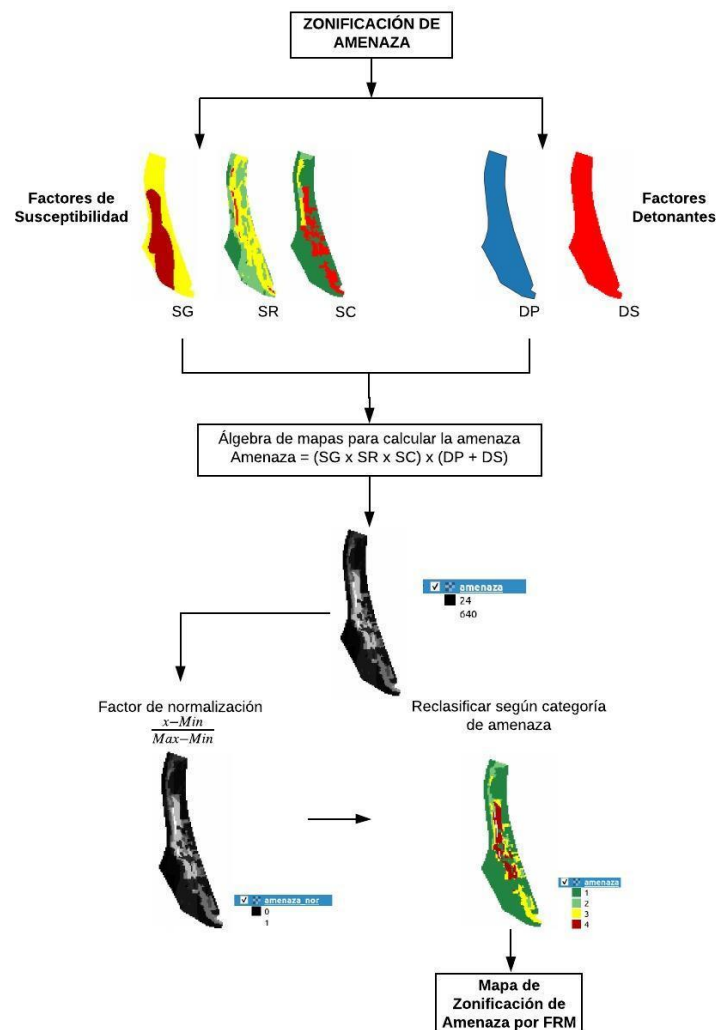
$$H = (Sg \times Sr \times Sc) * (Ds + Dp)$$

Teniendo en cuenta lo anterior, se describe el procedimiento para el calculo de la amenaza en el Software QGIS.

Procedimiento para el calculo de la amenaza según la metodología de Sergio Mora & Wilhelm-Guenther Varhson.

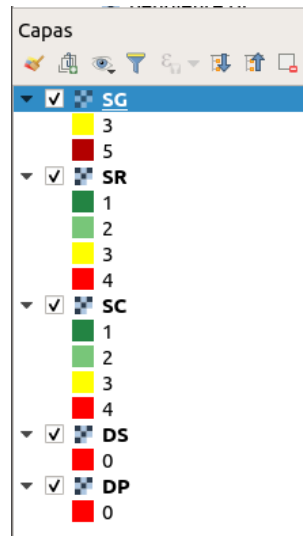
1. Elaborar diagrama de zonificación de amenaza
- 2.

Figura 58. Diagrama de zonificación de amenaza



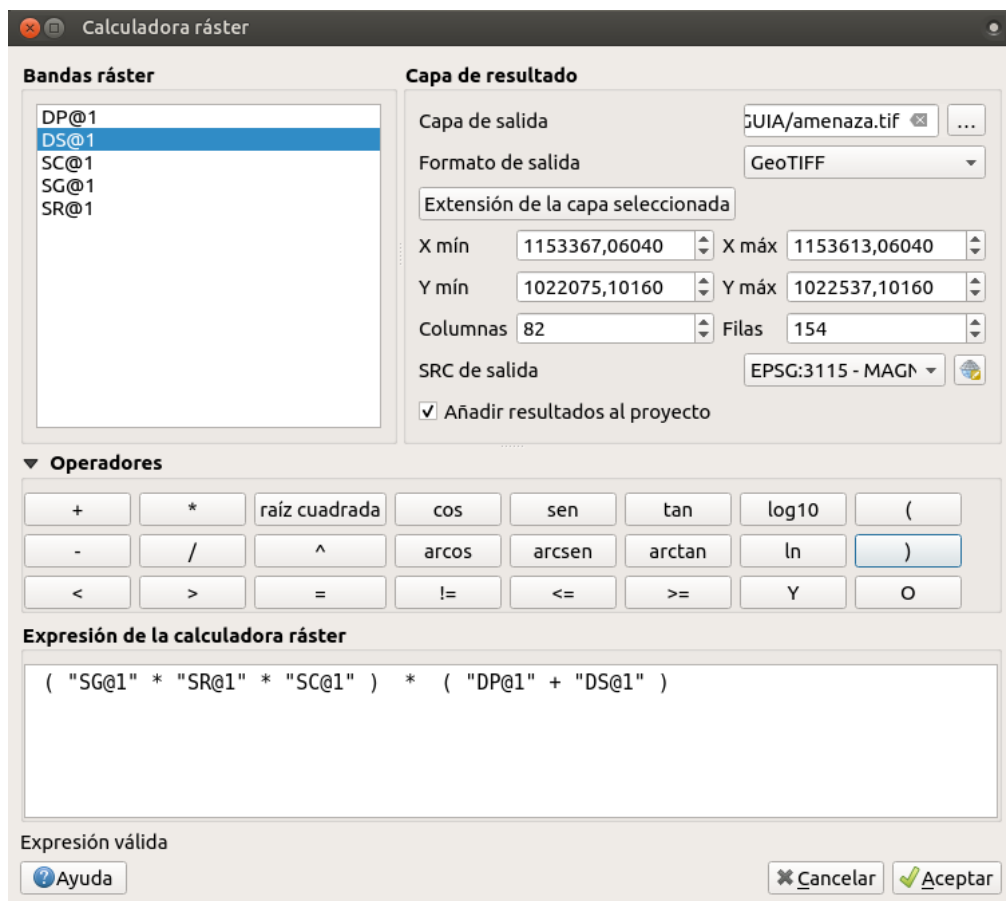
3. Cargar las capas ráster de los **factores de susceptibilidad y factores detonantes**

Figura 59. factores de susceptibilidad y factores detonantes



4. Ingresar a barra de Herramientas>Ráster>Calculadora ráster.

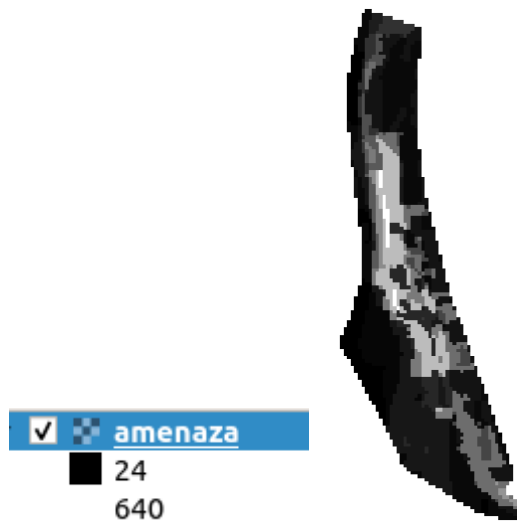
Figura 60. Calculadora ráster



Nota: Aplicar la ecuación del diagrama (1) para calcular la amenaza.

5. Visualizar la capa **amenaza** generada.

Figura 61. capa de amenaza



Nota: La capa ráster resultante, tiene como valores minino 24 y máximo 640 pixeles.

6. Factor de normalización

Para calcular el factor de normalización, ingrese a la calculadora ráster y aplique la ecuación propuesta en el diagrama 1.

Figura 62. Calculo del factor de normalización

Calculadora ráster

Bandas ráster

- DP@1
- DS@1
- SC@1
- SG@1
- SR@1
- amenaza@1**

Capa de resultado

Capa de salida: IIA/amenaza_nor

Formato de salida: GeoTIFF

Extensión de la capa seleccionada

X mín: 1153367,06040 X máx: 1153613,06040

Y mín: 1022075,10160 Y máx: 1022537,10160

Columnas: 82 Filas: 154

SRC de salida: EPSG:3115 - MAGN

☒ Añadir resultados al proyecto

Operadores

+ * raíz cuadrada cos sen tan log10 (

- / ^ arcos arccsen arctan ln)

< > = != <= >= Y O

Expresión de la calculadora ráster

("amenaza@1" - 24) / (640-24)

Expresión válida

Ayuda Cancelar Aceptar

Nota: La capa de salida tiene por nombre **amenaza_nor**

7. Normalización de la capa amenaza.

¿Qué es la normalización?

“La normalización es el proceso de organizar los datos de una base de datos. Se incluye la creación de tablas y el establecimiento de relaciones entre ellas según reglas diseñadas tanto para proteger los datos como para hacer que la base de datos sea más flexible al eliminar la redundancia y las dependencias incoherentes.” (Microsoft, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, se normalizaron los datos de la capa amenaza con el fin de categorizarlo y clasificarlos de acuerdo a las categorías de amenaza establecidas en la tabla 8 (recategorización de datos). Es decir, las variables y los factores, se agrupan bajo una distribución de frecuencias de 5 rangos.

En ese orden de ideas, el ráster generado (**amenaza_nor**) después del factor de normalización tiene valores entre 0 y 1, estos valores se recategorizaron con base en la tabla 8.

Tabla 8. Recategorización de datos

Valor minino	Valor máximo	Categoría de amenaza	Descripción
0	0.19	1	Muy bajo
0.19	0.39	2	Bajo
0.39	0.59	3	Moderado
0.59	0.79	4	Alta
0.79	1	5	Muy alto

Con base en la tabla 8, reclasificar la capa **amenaza_nor** por medio de Caja de herramienta>SAGA>Raster tools>Reclassify values. Cabe resaltar, que este procedimiento se explicó en el apartado Factores susceptibilidad>Geomorfología(SR)>15.Reclasificar Capa de Pendiente con base en la tabla 1.

Figura 62. reclasificación capa **amenaza_nor**

The screenshot shows the 'Reclassify values' dialog box with the following settings:

- Grid:** amenaza_nor [EPSG:3115]
- Method:** [0] single
- old value (for single value change):** 0,000000
- new value (for single value change):** 1,000000
- operator (for single value change):** [0] =
- minimum value (for range):** 0,000000
- maximum value (for range):** 1,000000
- new value(for range):** 2,000000
- operator (for range):** [0] <=
- Lookup Table:** Fixed table (0x3) (with a red box around the ellipsis button)
- operator (for table):** (empty)

	minimum	maximum	new
1	0	0.19	1
2	0.19	0.39	2
3	0.39	0.59	3
4	0.59	0.79	4
5	0.79	1	5

operator (for table)

[0] min <= value < max

☒ replace no data values

new value for no data values

0,000000

☒ replace other values

new value for other values

0,000000

Reclassified Grid

/mnt/96C62308C622E7E7/SIG_GUIA/reclas_amenaza.sdat

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

0%

Ejecutar como proceso por lotes...

Cancelar

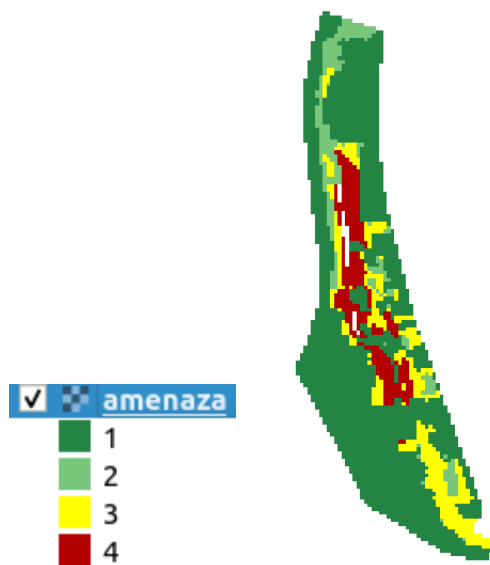
Cerrar Ejecutar

Nota: La capa resultante tiene por nombre **amenaza**

Figura 63. capa amenaza sin categorizar



Figura 64. Zonificación de amenazas del barrio central



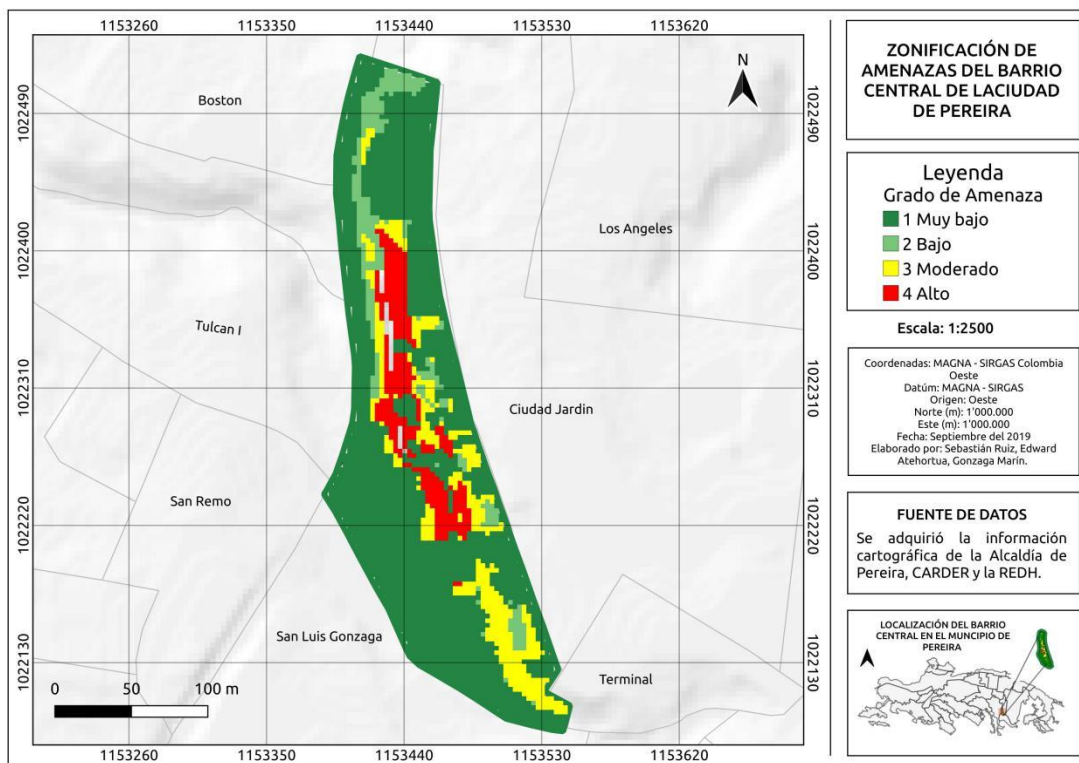
8. Elaborar Mapa de Zonificación de Amenazas

La figura 65 (Mapa de Zonificación de Amenazas), es el producto de la combinación de los factores de susceptibilidad (geología, pendiente y cobertura y uso del suelo) vs los factores detonantes (sismicidad y

precipitación). Una vez combinados ambos factores se obtuvo como resultado para la zona de estudio un grado de amenaza moderado y alto. En ese orden de ideas, el área de estudio tiene un grado de susceptibilidad alto a presentar problemas de estabilidad y movimientos en masa, debido a que el barrio se encuentra construido sobre formaciones superficiales inestables y con bajas condiciones mecánicas; como lo son los llenos antrópicos y los depósitos de vertientes (ver figura 11). Además, las altas pendientes mayores al 50% (ver figura 37) y coberturas y usos del suelo con poca estabilidad del suelo (ver figura 53), combinados con intensidades de las precipitaciones en promedio entre los 1308 y 2460 milímetro al año (ver figura 55) y alta sismicidad (ver figura 57) favorece la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa (FRM), siendo más probables, en zonas de alta laderas, baja estabilidad mecánica del suelo y con cobertura vegetales en las primeras etapas de un proceso de sucesión ecológica.

Ahora bien, el área que presenta un grado de amenaza muy bajo y bajo, se debe principalmente a que las condiciones biofísicas de estas zonas son de pendiente no mayores a el 25%, caracterizadas por tener condiciones de estabilidad moderadas, por ende, se reducen considerablemente los posibles impactos causados ante un posible movimiento en masa.

Figura 65. Elaborar mapa de zonificación de amenazas



VULNERABILIDAD

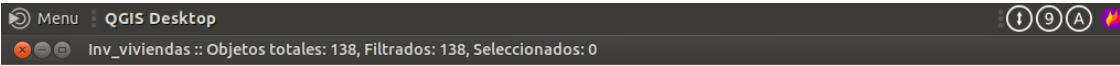
A continuación se describe de manera general para determinar la vulnerabilidad.

A) Vulnerabilidad Física por Infraestructura

Para evaluar la vulnerabilidad física por infraestructura, se tomó con base el Inventario Zero, elaborado por la Dirección Operativa de Prevención y Atención de Desastres (DOPAD). La información contenida en el inventario permite identificar la viviendas que se encuentran localizadas en zona de riesgo, sin embargo, el Inventario Zero, no se encuentra georreferenciado y en este sentido, se generan dificultades en la utilización de los datos para realizar análisis espaciales. Por este motivo, el grupo investigador utilizó la Metodología para Evaluar la Vulnerabilidad Física de Viviendas en Barrios Urbanos Autoproducidos elaborada por Padrón (2017) y la técnica de observación simple y participativa con el fin de realizar un reconocimiento en campo de las viviendas que se encuentran en zona de riesgo.

Los resultados de la adaptación del Inventario Zero con base en Metodología para Evaluar la Vulnerabilidad Física de Viviendas en Barrios Urbanos Autoproducidos, (Padrón, 2017). Se describen en la capa **Inv_viviendas**

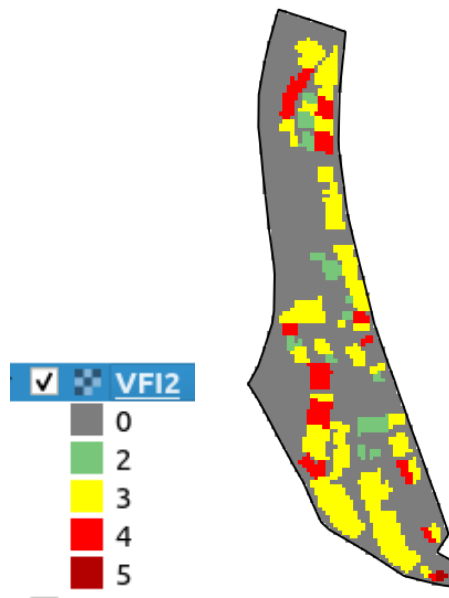
Figura 66. Capa Inv_viviendas



fid	ID	COMUNA	BARRIO	SISTEMA_ESTRUCTURAL	No_PISOS	VULNERABILIDAD	VFI
1	1	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mixta	1	MODERADA	3
2	2	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mixta	1	MODERADA	3
3	3	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Simple	1	BAJA	2
4	4	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Simple	2	BAJA	2
5	5	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Simple	1	BAJA	2
6	6	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Simple	2	BAJA	2
7	7	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	2	MODERADA	3
8	8	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	1	MODERADA	3
9	9	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	2	MODERADA	3
10	10	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Simple	2	BAJA	2
11	11	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mixta	4	ALTA	4
12	12	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Simple	1	BAJA	2
13	13	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	2	MODERADA	3
14	14	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mixta	2	MODERADA	3
15	15	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mixta	2	MODERADA	3
16	16	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	3	ALTA	4
17	17	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	1	MODERADA	3
18	18	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	2	MODERADA	3
19	19	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	2	MODERADA	3
20	20	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	2	MODERADA	3
21	21	UNIVERSIDAD	CENTRAL	Mamposteria Confinada	1	MODERADA	3

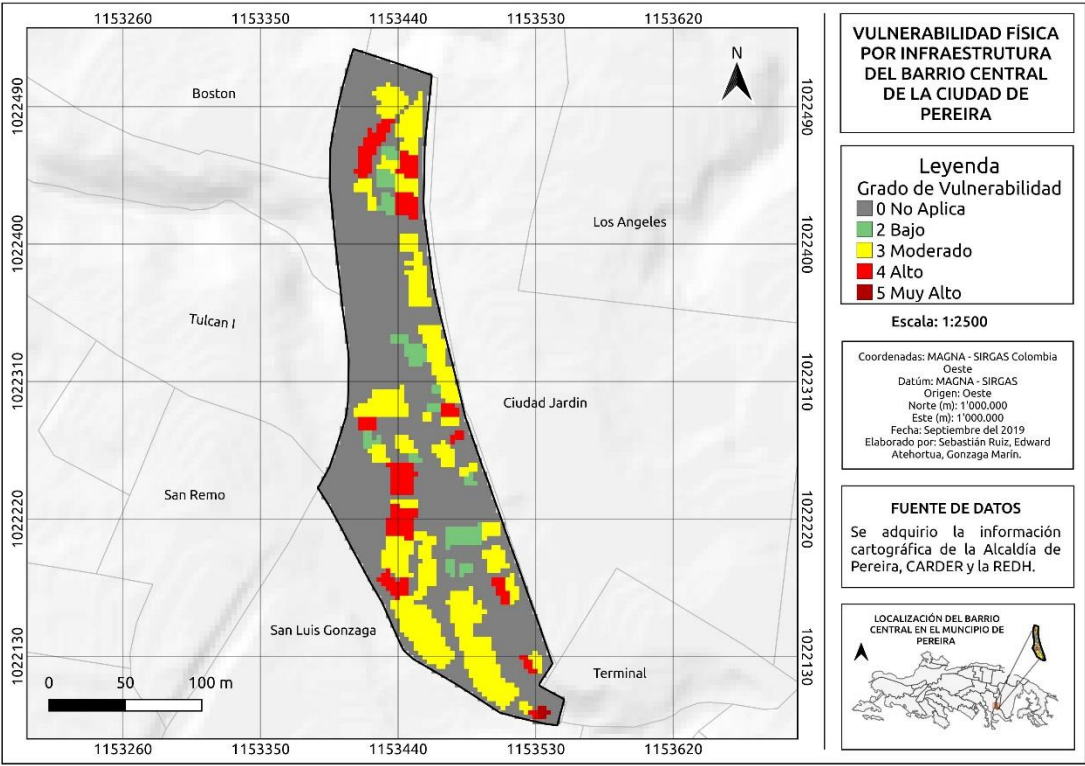
Con base en la información anterior, crear una capa geopackage con el nombre **viviendas_riesgo**, rasterizarla y guardar los datos en la capa **ESC_RIESGO**.

Figura 67. Viviendas en zona de riesgo de desastre



Nota: El valor cero se le asigna a las áreas que no presentan infraestructura. Figura 68 (Mapa de vulnerabilidad física por infraestructura), describe el número de viviendas que tienen una susceptibilidad alta según la tipologías de las viviendas. En ese orden de ideas, de un total de 138 viviendas que tiene el Barrio Central, según el Inventario Zero de la DOPAD (2019), el 67% de las viviendas presenta una susceptibilidad moderada y se encuentran construidas principalmente en manpostería confinada. El 8% tiene una susceptibilidad alta, con tipo de manpostería mixta y solo el 0,7% tiene una susceptibilidad muy alta. Y finalmente, el 23% de las viviendas presenta una susceptibilidad baja.

Figura 68. Mapa de vulnerabilidad física por infraestructura



B) Vulnerabilidad Social por Estratificación

La vulnerabilidad social por estratificación, se determinó con base en el estudio de “La Vivienda de Uso Mixto: Impactos Ambientales, Socio-Económicos y Territoriales” Caso de estudio Área Metropolitana Centro Occidente, elaborado por Oscar Arango Gaviria, 2006.

En es orden de ideas, se elaboro se clasificaron los estratos socioeconómicos de la zona de estudio como se visualiza en la tabla 9.

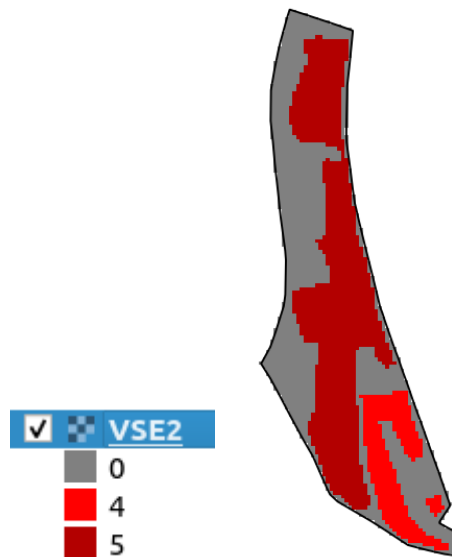
Tabla 9. Estratos socioeconómicos de el Barrio Central.

Estrato Socioeconómico	VSE	Categoría de Vulnerabilidad
1	5	MUY ALTA
2	4	ALTA
3	3	MODERADA
4	2	BAJA
5-6	1	MUY BAJA

Nota: Según Gaviria, (2006), en el Barrio Central se identifican dos estratos socioeconómicos (1 y 2).

Con base en la información anterior, crear una capa geopackage con el nombre **estratos**, rasterizarla y guardar los datos en la capa **ESC_RIESGO**.

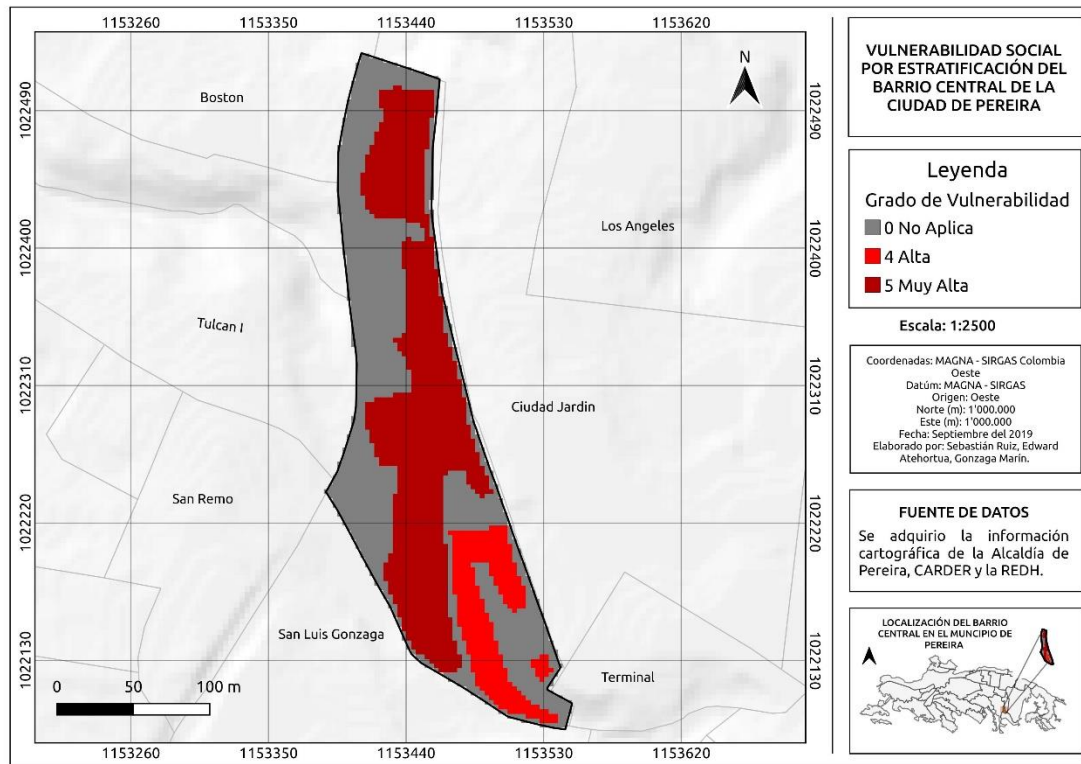
Figura 69. Estratos socioeconómicos del barrio central



Nota: El valor cero se le asigna a las coberturas vegetales donde no se aplica el criterio de estrato económico.

La figura 70 (mapa de vulnerabilidad económica por estratificación), describe que el estrato 1 presenta una alta susceptibilidad económica debido a la baja capacidad adquisitiva este grupo poblacional. Mientras que el estrato 2, tiene una modera capacidad económica que le permitiría recuperarse relativamente más rápido ante una perturbación natural como un posible fenómeno de remoción en masa. Sin embargo, es importante aclarar, que no existen muchas diferencias considerable entre ambos estratos socioeconómicos.

Figura 70. Mapa de vulnerabilidad económica por estratificación



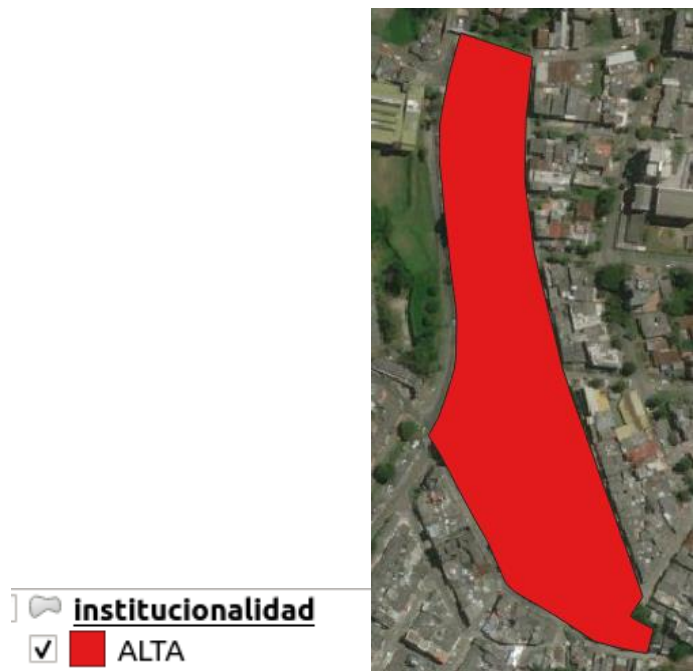
C) Vulnerabilidad Institucional

Con base en el estudio de “DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y RIESGO DE DESASTRES: IMPLICACIONES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE PEREIRA” elaborado por Vázquez (2018). La historia del poblamiento de la ciudad de Pereira se ha construido bajo condiciones de riesgo de desastre que aún se manifiestan en la actualidad. Según Vázquez, las causas de fondo que han generado las condiciones actuales de riesgo, se deben principalmente a las dinámicas políticas, sociales, económicas y culturales que han generado una presión y deteriorado las condiciones ambientales de la ciudad de Pereira.

En ese orden de ideas, la baja capacidad de gestión que presentan las instituciones para hacerle frente a la gestión de riesgo en la ciudad de Pereira es alta, debido al incremento de las condiciones de riesgo actuales en la ciudad, según la investigación desarrollada por Vázquez (2018).

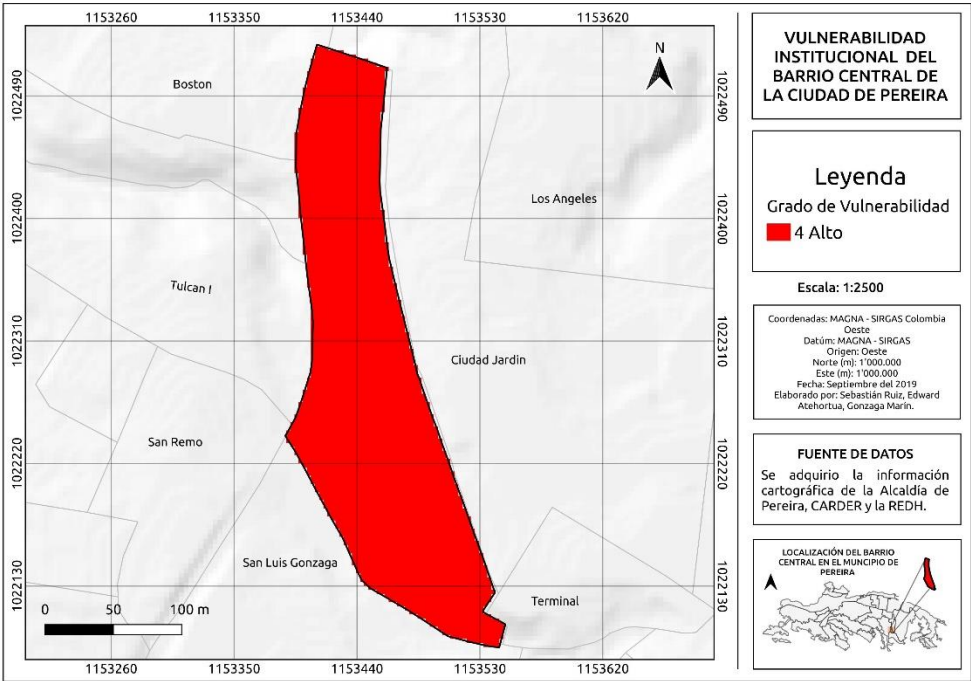
Con base en la información anterior, crear una capa geopackage con el nombre **institucionalidad**, rasterizarla y guardar los datos en la capa **ESC_RIESGO**.

Figura 71. Vulnerabilidad Institucional



La figura 72 (mapa de vulnerabilidad institucional), da cuenta de la baja de gestión que presentan las instituciones entorno a la gestión del riesgo, debido al incremento de las condiciones de riesgo actuales en la ciudad, según la investigación desarrollado por Vázquez (2018).

Figura 72. Mapa de Vulnerabilidad Institucional



Zonificación de vulnerabilidades

Para realizar la zonificación de vulnerabilidades se requiere que previamente se hayan calculado los factores de vulnerabilidad considerados en el presente estudio, es decir, la vulnerabilidad física por infraestructura (VFI), vulnerabilidad social por estratificación (VSE), vulnerabilidad institucional (VI).

Ecuación 3

$$V = VFI * (0.34) + VSE * (0.33) + VI * (0.33)$$

Donde

V= Vulnerabilidad

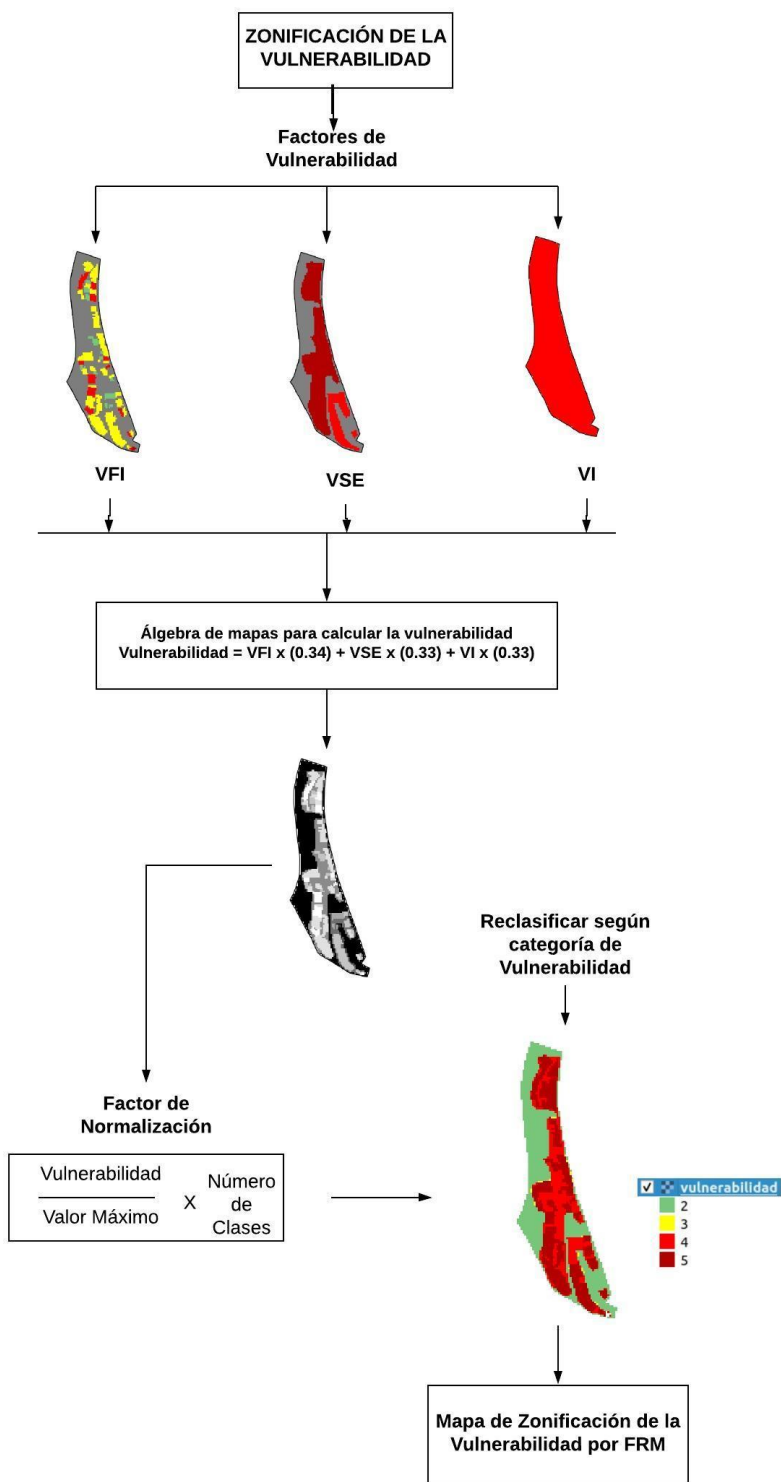
VFI= Vulnerabilidad física por infraestructura

VSE= Vulnerabilidad social por estratificación

VI= Vulnerabilidad institucional

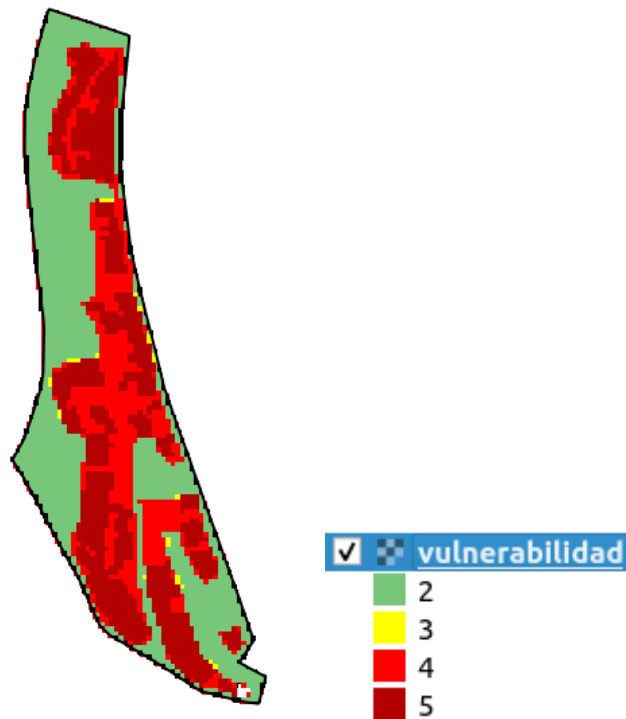
Con base en la información anterior, se elaboró un diagrama que resume el proceso.

Figura 73. Diagrama de zonificación de vulnerabilidades



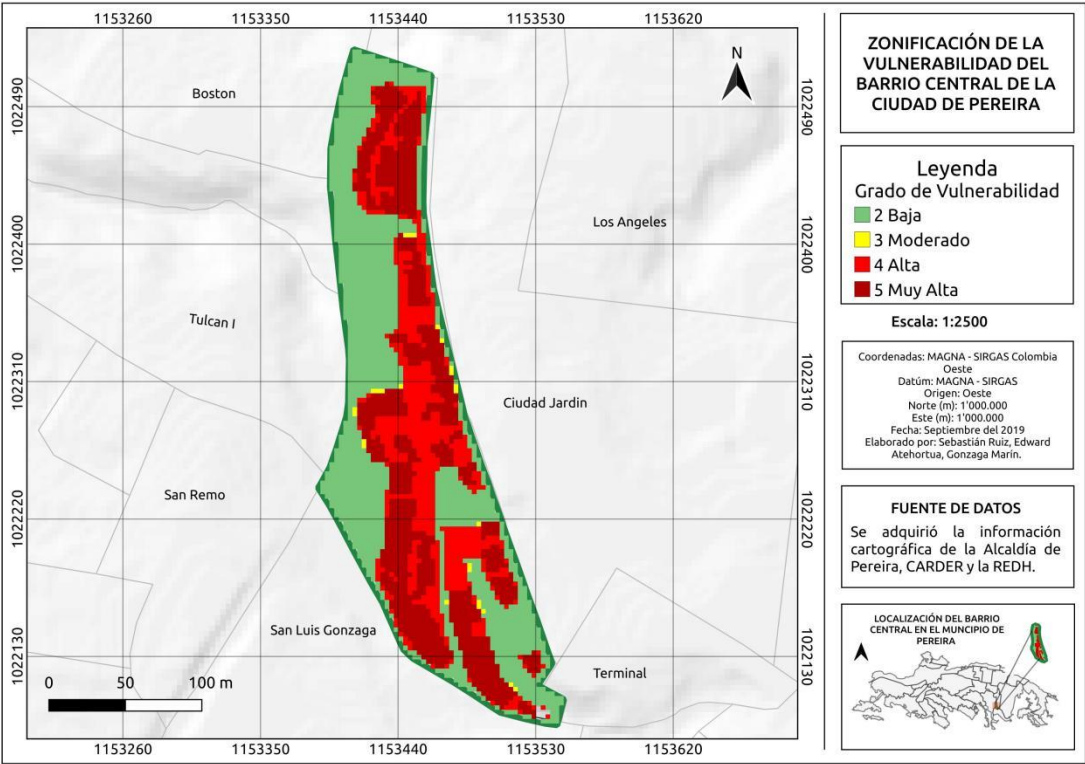
Teniendo en cuenta el diagrama anterior, realice la zonificación de vulnerabilidades.

Figura 74. Zonificación de vulnerabilidad



La figura 75 (mapa de zonificación de vulnerabilidad), el grado de vulnerabilidad que presenta la zona de estudio es alta a muy alta, debido que la tipología en la cual se encuentra construidas las viviendas son en su gran mayoría muy susceptible a presentar un colapso estructural debido a el tipo de mampostería y el número de pisos que tiene las viviendas. Además, la población tiene en general una baja capacidad adquisitiva económicamente para recuperarse ante una perturbación natural, sumado a esto, la baja capacidad de gestión por parte las instituciones, general limitaciones en el los procesos de ordenamiento territorial en pro de mejoar las condiciones ambientales.

Figura 75. Mapa de zonificación de vulnerabilidad



ESCENARIO DE RIESGO DE DESASTRE POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM)

Para realizar el calculo del Riesgo de Desastre por FRM, se debe previamente realizado la zonificación de amenaza y vulnerabilidad.

En ese sentido, para calcular el riesgo de desastre por Fenómeno de Remoción en Masa, en el Barrio Central se empleo la siguiente ecuación.

Ecuación 4

$$R = A * V$$

Donde:

R= Riesgo

A= Amenaza

V= Vulnerabilidad

Nota: Normalizar los datos y clasificar los valores con base en la ecuación 5.

Ecuación 5

Factor de Normalización		
Riesgo	X	Número
Valor Máximo		de Clases

Donde:

Riesgo: Es la capa ráster resultante de la combinación entre la amenaza con la vulnerabilidad (ecuación 4).

Valor máximo: Valor máximo que toma la capa ráster (riesgo) después de aplicar la ecuación 4.

Número de clases: Es el número de categoría en las que se desean agrupar los datos.

Figura 76. Riesgo de desastre por FRM

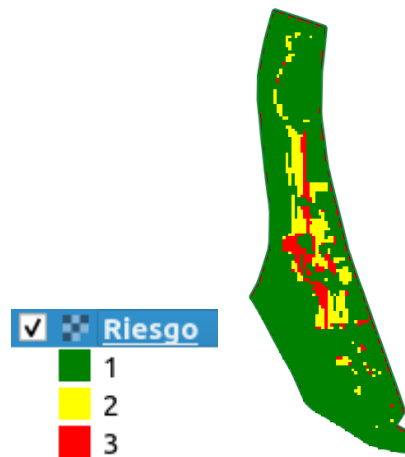
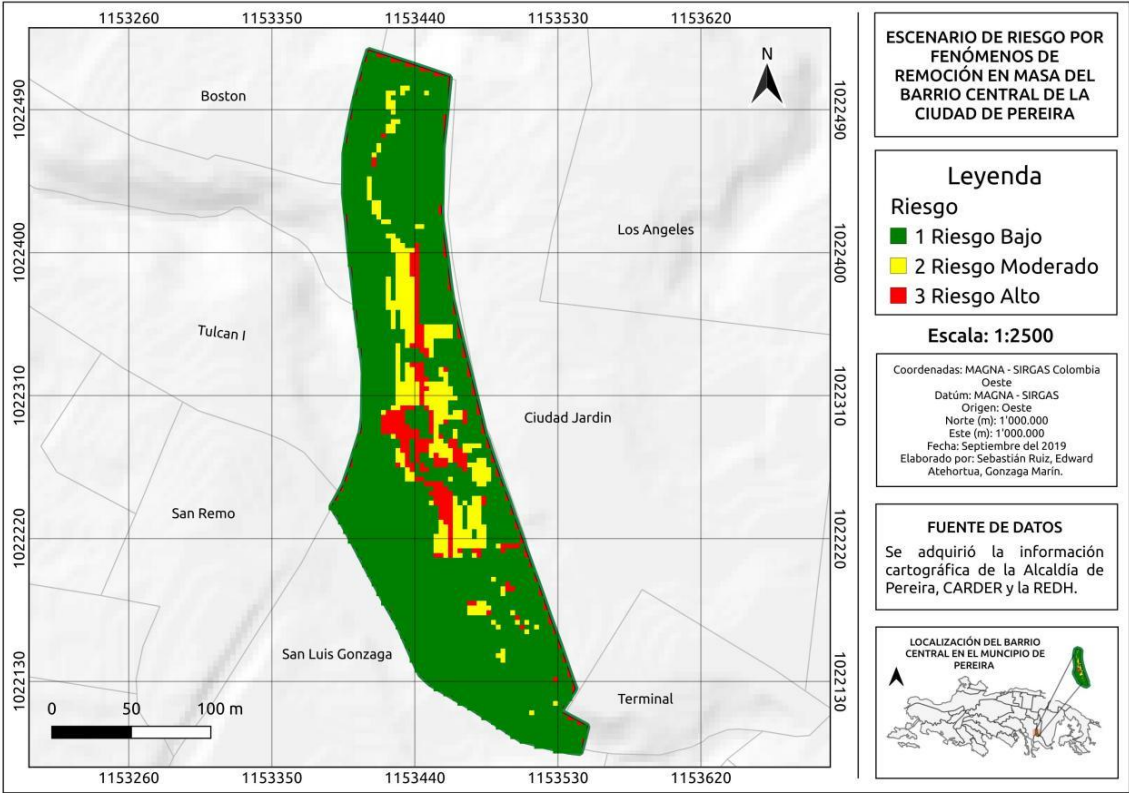


Figura 77 (Mapa de escenarios de riesgo de desastre por frm), las causas estructurantes que configuran los escenarios de riesgo de desastres por fenómenos de remoción en masa, deben principalmente a el modelo de desarrollo y a los procesos históricos de ocupamiento del territorio en la zona de estudios al igual que la ciudad de Pereira. En ese orden de ideas, después de aplicar el método del álgebra de mapa se obtuvieron como resultado que el Barrio central presenta un riesgo moderado a alto ante un posible FRM en la zona más central del barrio, por lo que se refiere a la parte periférica del barrio se registro un riesgo bajo debido a la condiciones biofísicas del territorio de estudio.

Figura 77. Mapa de Riesgo de Desastre por FRM



BIBLIOGRAFÍA

Burgos, A & Reina, S. (2015). Análisis De Los Escenarios De Riesgo Por Fenómenos Amenazantes Para El Municipio De Chía Cundinamarca, Como Herramienta De Planificación Territorial. (Trabajo de Grado, Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas). Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4584/1/BurgosGalindoAnyiLorena2015.pdf>

Diccionario de Geotecnia, 2019. Formación Superficial. Recuperado de <https://www.diccionario.geotecnia.online/diccionario/formacion-superficial/>

García, J. García, A. & Torres, M. (2013). gvSIG guía para el aprendizaje autónomo. Recuperado de <http://repositorio.upct.es/handle/10317/3262>

Gaviria, O. (2006). La Vivienda de Uso Mixto: Impactos Ambientales, Socio-Económicos y Territoriales. Pereira, Risaralda. Postergraph S.A

GIS&Beers, (2016). Hillshade, mapas de laderas, MDE y ortofotos en 3D. Recuperado de <http://www.gisandbeers.com/hillshade-mapas-de-laderas-mde-y-ortofotos-en-3d/>

IGAC. (2014). METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO. Recuperado de <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/instructivos/2014/M40100-02%2014V2%20Para%20la%20clasificacion%20de%20las%20tierras%20por%20su%20capacidad%20de%20uso.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGA) (2004). Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como Datum oficial de Colombia. Recuperado de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/aspectos_practicos.pdf

Microsoft. (2019). Fundamentos de la normalización de bases de datos. Recuperado de <https://support.microsoft.com/es-co/help/283878/description-of-the-database-normalization-basics>

Morales, A. (2019). GeoPackage para novatos: ventajas y uso en ArcGIS, QGIS, GeoServer y Leaflet. Recuperado de <https://mappinggis.com/2017/06/geopackage-para-novatos-uso-en-arcgis-qgis-publicacion-en-geoserver/>

Padrón, (2017). Metodología para evaluar la vulnerabilidad física de viviendas en barrios urbanos autoproducidos. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/721/72152384009.pdf>

Pizarro, R. (2001). La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf

Proyecto Pandora y Asociación Geoinnova, (s.f). SOLUCIONES RÁPIDAS A DUDAS CON ARCGIS. Recuperado de <https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/06/GF32.-Mapas-sombras-Hillshade.pdf>

Servicio Geológico Colombiano. (2019). Sismicidad Histórica de Colombia. Recuperado de <http://sish.sgc.gov.co/visor/>

Universidades de Alcalá & Melbourne. (2000). Análisis del terreno. Recuperado de <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisTerreno/DEMModule/DEMModule.htm>

Vázquez, H. (2018). DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y RIESGO DE DESASTRES: IMPLICACIONES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE PEREIRA. (Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira). Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/9786>